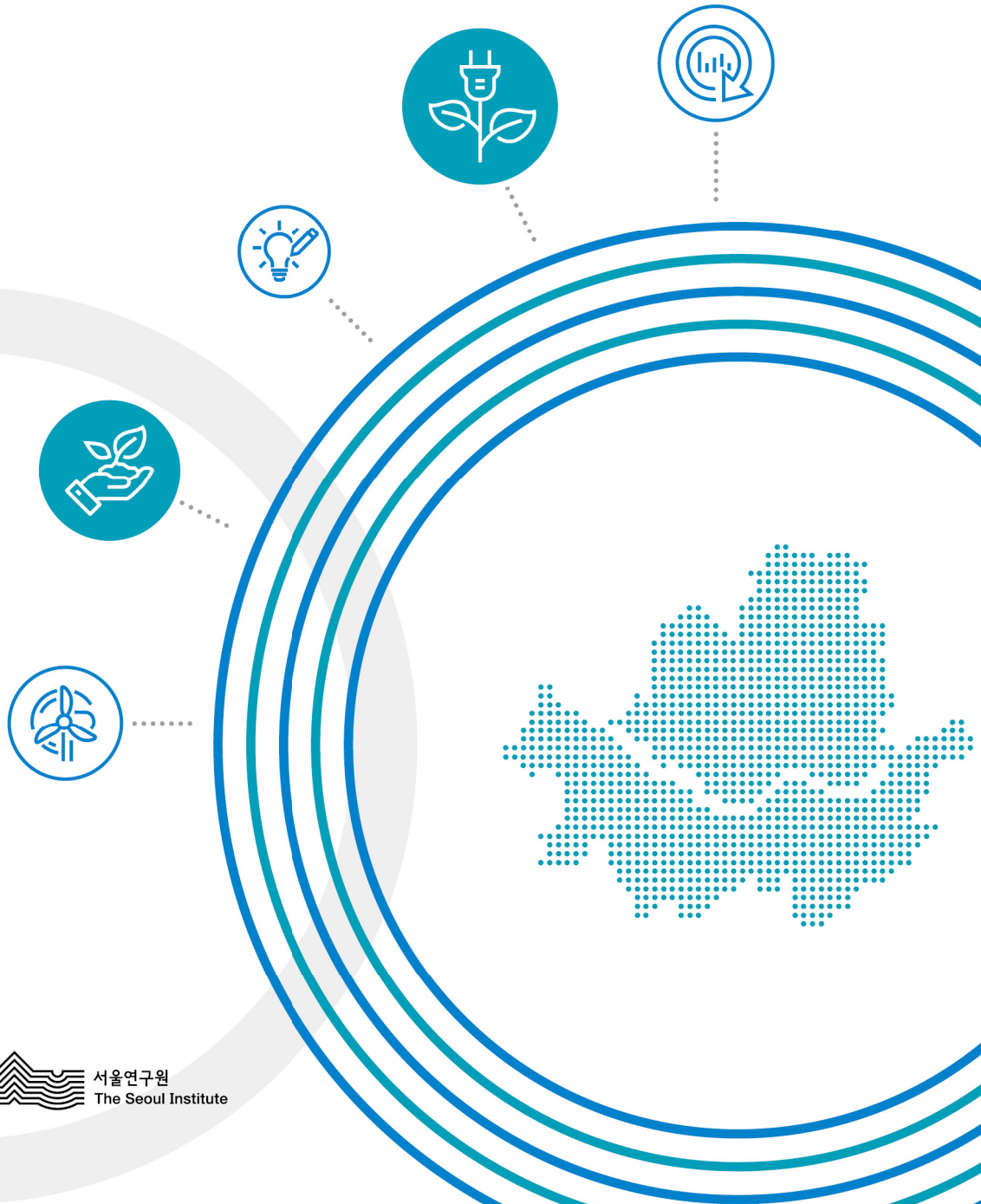
발 간 등 록 번 호
51-6110000-001220-13

제5차 서울특별시 지역에너지계획 요약보고서

2020~2040



서울특별시

서울연구원
The Seoul Institute

제 출 문

서울특별시장 귀하

본 보고서를 귀 시가 의뢰한 「서울시 지역에너지계획 2040 수립 학술 용역」의 요약보고서 성과품으로 제출합니다.

2020년 2월

서울연구원 원장 서왕진

요 약

가. 계획수립의 목적

나. 에너지 현황

다. 에너지 수요 및 온실가스 배출량 전망(BAU)

라. 시민참여를 통한 계획의 비전과 목표 설정

마. 에너지 수요관리 계획

바. 에너지 공급 계획

사. 주요 지표 요약

가. 계획수립의 목적

1) 계획수립의 배경과 필요성

□ 에너지 정책에서 국가와 지역 간 협력의 중요성 증대

○ 제3차 국가에너지기본계획이 수립됨에 따라 이와 연계하여 지역에너지계획 수립 시기 도래

○ 정부의 재생에너지 3020 정책추진으로 지역차원의 협력 계획수립의 필요성 증대

□ 법정계획으로서 지역에너지계획 계획수립 시기 도래

□ 서울시 에너지 정책을 추진할 계획 마련 필요

○ 원전하나줄이기 2단계 목표 달성과 더불어 원전하나줄이기 이후의 에너지 정책 방향 설정이 필요

○ 기후변화 대응을 위한 서울의 약속

- 온실가스 감축의 실질적 이행과 기후변화 대응의 주체로서 도시의 역할이 강조되고 있는 가운데 ICLEI 세계총회 개최도시로서 서울의 책임을 인식하고 기후변화 대응을 위한 서울시민의 실천의지를 천명하기 위하여 '기후변화 대응을 위한 서울의 약속'을 발표
- 2005년 대비 온실가스 배출량 2020년까지 25% 감축, 2030년까지 40% 감축을 통한 저탄소 에너지 고효율 도시 실현 목표의 달성을 위해 현황에 맞는 체계적이며 종합적 계획 필요
- 지금까지의 에너지 정책 기조를 잇고 나아가 2040년까지의 에너지 정책 전망의 필요성이 있음

2) 계획수립의 목적

□ 국가 에너지기본계획의 정책목표와 연계한 지역 차원의 에너지 시책 추진 계획 수립

○ 국가의 에너지기본계획과 연계하여 서울시의 지역 특성을 고려하여 효과적·창의적인 에너지 효율제고 및 에너지원의 발굴을 위한 시책 수립

□ 국가 정책 목표에 대한 고려와 서울시의 지역 특성에 맞는 계획의 선도적 추진

○ 에너지 수요관리 정책 강화, 분산형전원의 확대, 환경·안전과의 조화, 에너지복지 강화 등 지역 차원의 실천을 기반으로 하는 정책을 중심으로 국가 에너지 정책의 패러다임이 전환됨에 따라 정책목표에 부합하는 지역의 실천계획을 수립하고자 함

○ 지역의 경제성장과 도시개발에 따른 에너지 수요변화를 전망하고 이를 토대로 최적의 에너지 수요관리와 경제적이고 안정적인 공급계획을 수립하고자 함

○ '에너지 살림 도시', '태양의 도시, 서울' 등 서울시의 에너지 정책을 계승 발전시켜 지역에너지 사업을 선도

3) 계획의 범위

□ 물리적 범위

○ 지리적 범위

- 서울시 전역 및 서울시가 에너지 사업을 추진 중인 지역

○ 시간적 범위

- 이전 계획 평가: 2015~2018년(4년간)
- 향후 계획의 수립: 2020년~2040년(20년간)

□ 내용적 범위

○ 이전 계획 평가

- 서울시 지역에너지 기본계획 2035(제4차 지역에너지계획), 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획(2015) 추진성과 평가

○ 에너지 수요 전망

- 온실가스 배출, 에너지 소비 및 신재생에너지 보급 추이 분석 및 향후 전망

○ 에너지 수요관리 및 공급 계획

- '제3차 국가에너지 기본계획', '정부 녹색성장 5개년 계획' 등 정부계획 분석 후 이와 연계한 서울시 추진방안 및 기본계획 수립
- 에너지 수요 전망을 바탕으로 서울의 에너지 자급률 제고를 위한 목표 설정
- 신재생에너지 생산, 에너지 효율화, 에너지 절약, 집단에너지 및 에너지 복지 대책 등 부문별 에너지 소비 및 온실가스 배출량 감축 계획 등

□ 에너지 자료 분석의 범위

- 에너지구분: 1차에너지[1], 등가1차에너지[2], 최종에너지[3]
- 에너지원: 전력, 도시가스, 석유, 집단에너지, 신재생에너지, 석탄
- 월간 에너지 소비량: 2005년~2018년(서울연구원 자체조사)
- 자치구별 에너지 소비량: 2005~2017년(서울연구원 자체조사)
- 연간 에너지 소비량: 1990년~2017년(지역에너지통계연보)

---

1) 1차에너지란 변환이나 가공의 과정을 거치지 않고 자연으로부터 직접 얻을 수 있는 에너지를 의미함
2) 등가1차에너지란 전력 생산에 소요되는 화석연료 등의 1차에너지 환산량을 의미함
3) 최종에너지란 자연으로부터 직접 얻는 에너지인 1차에너지를 소비자가 사용하기 편리하도록 변환·가공한 에너지를 의미함

나. 에너지 현황

1) 1차 에너지 생산 현황[4)]

○ 서울시의 에너지 생산량은 2017년 기준 약 351천TOE로 전국 1차 에너지 생산량의 약 1.9%에 해당함

○ 서울시의 에너지 생산량은 100% 신재생에너지임

〈표 1〉 연도별 1차 에너지 생산량

(단위: 천TOE, %)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	8,141	8,553	8,639	9,161	9,794	11,116	12,145	13,667	14,944	15,747	18,266
서울	188	183	207	234	256	233	238	293	336	317	351
(비율)	(2.3%)	(2.1%)	(2.4%)	(2.6%)	(2.6%)	(2.1%)	(2.0%)	(2.1%)	(2.2%)	(2.0%)	(1.9%)

자료: 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보, 서울시 내부자료, 2019 재인용

2) 1차 에너지 공급 현황[5)]

○ 우리나라는 세계 1차 에너지 공급 믹스와 비교할 때 원자력과 석유의 비중이 높으며 가스와 수력 에너지 비중이 낮음

- 2017년 기준 세계 1차 에너지 공급량은 석유 34.2%, 석탄 27.6%, 가스 23.4%. 수력 6.8%, 원자력 4.4% 순임. 우리나라는 석유가 39.5%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 석탄 28.6%, 도시가스 15.7%, 원자력 10.5%, 신재생 5.2% 순임

○ 서울시는 1차 에너지 공급량은 11.1백만TOE 이며, 이는 국내 1차 에너지 총공급량의 3.7%에 해당함. 가장 큰 공급원은 석유와 도시가스임

〈표 2〉 1차 에너지 공급량(2017)

(단위: 백만TOE)

구분	계	석유	석탄	도시가스	수력(비신재생)	원자력	신재생
세 계	13,511.2	4,621.9	3,731.5	3,156.0	918.6	596.4	486.8
(비율)	(100%)	(34.2%)	(27.6%)	(23.4%)	(6.8%)	(4.4%)	(3.6%)
한 국	302	119.4	86.2	47.5	1.5	31.6	15.8
(비율)	(100%)	(39.5%)	(28.6%)	(15.7%)	(0.5%)	(10.5%)	(5.2%)
서 울	11.1	6.2	0.1	4.5	-	-	0.3
(비율)	(100%)	(55.9%)	(0.9%)	(40.5%)	(0.0%)	(0.0%)	(2.7%)

자료: 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보, 서울시 내부자료(2019) 재인용

4) 지역 내에서 직접 생산되는 에너지의 양으로, 국내의 경우 석탄, 천연가스, 수력, 신재생 등이 있으며 서울은 100% 신재생에너지임 (* 원자력 제외)

5) 1차 에너지 공급 현황은 생산량에 수입 에너지를 더한 에너지 양 (* 원자력 포함)

3) 신재생에너지 생산 현황

□ 국가 신재생에너지 생산량

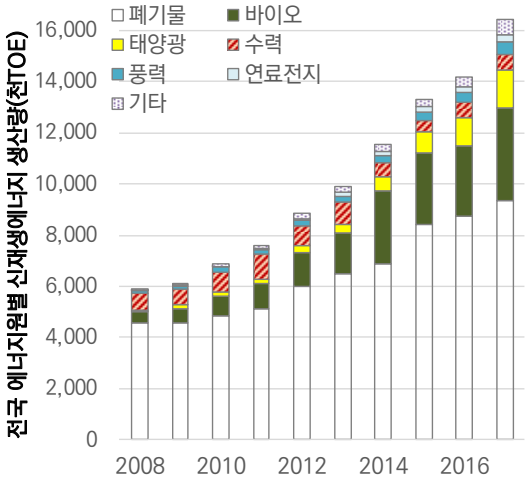
○ 2017년 기준 국내 신재생에너지 생산량은 약 16,448천TOE이며, 이는 총 1차 에너지 공급의 5.45%에 해당함[6)]

- 폐기물 에너지가 56.9%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 바이오(21.9%)와 태양광 (9.2%) 순임

□ 서울 신재생에너지 생산량

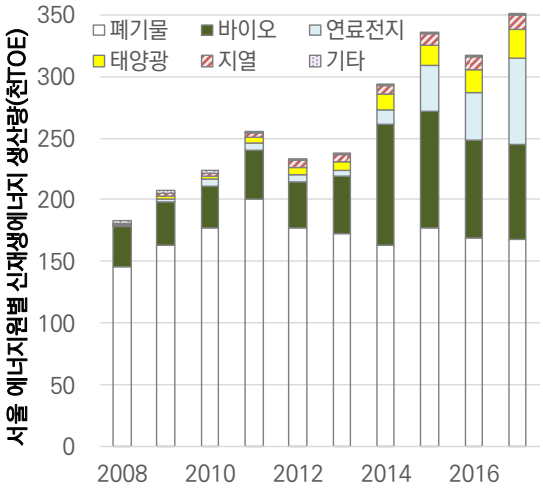
○ 서울시 신재생에너지 생산량은 351천TOE로, 전국 신재생에너지 생산량의 2.1% 차지함

- 폐기물 에너지가 47.9%로 역시 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 바이오(21.9%), 연료전지(19.9%) 순임. 특히, 연료전지는 도심에서 상대적으로 설치가 용이하기 때문에 국가 신재생에너지 비중과 비교할 때 상당히 높은 보급률을 보이고 있음



자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈그림 1〉 전국 신재생에너지 생산량



자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈그림 2〉 서울 신재생에너지 생산량

〈표 3〉 연도별 신재생에너지 생산량

(단위: 천TOE)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	5,858.5	6,086.2	6,856.3	7,582.8	8,850.7	9,879.2	11,537.4	13,293.0	14,178.4	16,448.4
서울	183.3	207.1	223.8	255.5	232.6	238.2	293.7	335.3	316.8	350.9

자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈표 4〉 신재생에너지원별 생산량(2017)

(단위: 천TOE)

구분	합계	폐기물	바이오	태양광	수력	풍력	연료전지	기타
전국	16,448.4	9,359.0	3,598.8	1,516.3	600.7	462.2	313.3	598.1
서울	350.9	168.1	77.0	23.7	0.3	0.05	69.7	12.1

자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

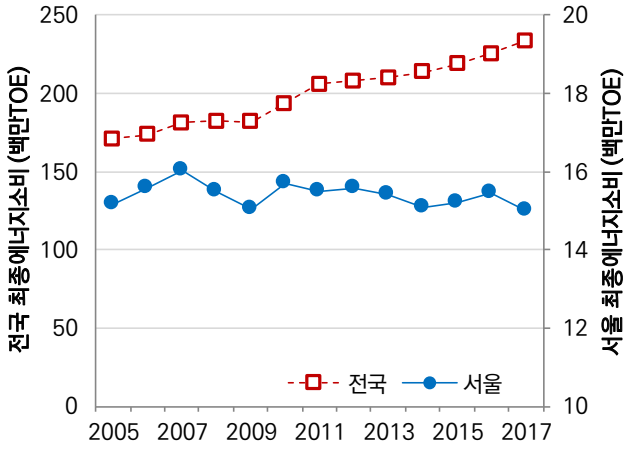
6) 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

4) 에너지 소비 현황

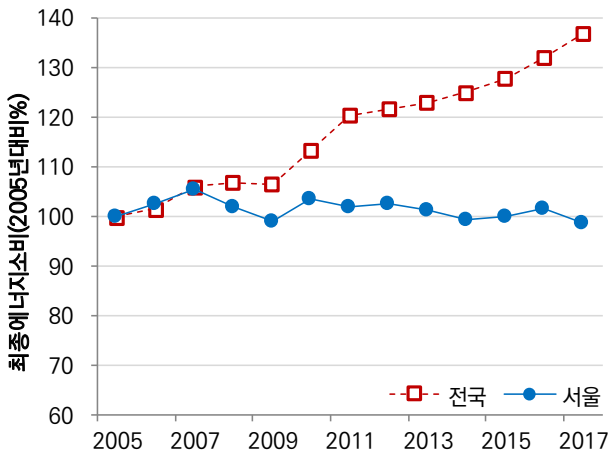
□ 최종에너지 소비 현황

○ 국가 최종에너지 소비는 2017년에 233,901천TOE로, 2005년 170,854천TOE에 비해 36.9% 증가함

○ 서울 최종에너지 소비는 2005년 15,182천TOE에서 2017년 14,990천TOE로 1.3% 감소함



〈그림 3〉 최종에너지 소비량 변화



〈그림 4〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화

〈표 5〉 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,832	205,863	208,120	210,247	213,870	218,608	225,681	233,901
서울	15,182	15,586	16,008	15,482	15,027	15,717	15,496	15,568 (15,576)	15,398 (15,416)	15,077 (15,085)	15,189 (15,204)	15,434 (15,434)	14,990 (15,233)

주: 괄호 안의 값은 열에에너지 소비량을 서울연구원에서 직접 조사한 자료를 적용한 값
자료: 지역에너지통계연보

〈표 6〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 비율

(단위: %)

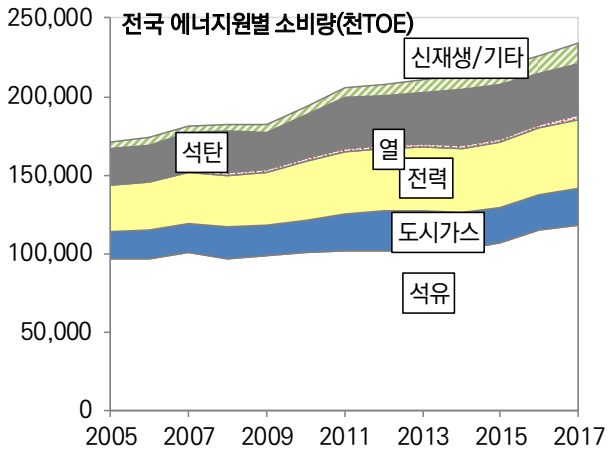
구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	101.6	106.2	106.9	106.6	113.4	120.5	121.8	123.1	125.2	128.0	132.1	136.9
서울	100.0	102.7	105.4	102.0	99.0	103.5	102.1	102.5	101.4	99.3	100.0	101.7	98.7

자료: 지역에너지통계연보

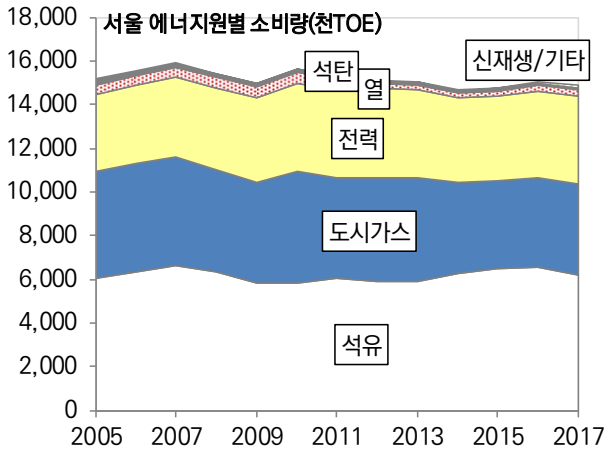
□ 원별 에너지 소비 현황

○ 서울시 에너지원 중 석유가 41.3%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 도시가스 28.1%, 전력 26.6%의 비중을 차지함

- 석탄, 도시가스, 열에너지는 감소하였으나, 석유(2.5%), 전력(14.3%), 신재생(192.6%)에너지는 증가함



〈그림 5〉 국가 에너지원별 소비량 변화



〈그림 6〉 서울 에너지원별 소비량 변화

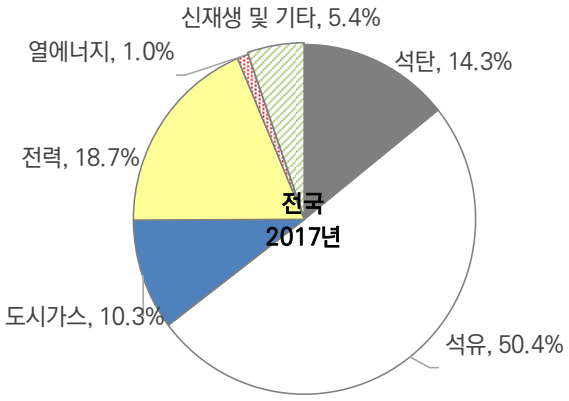
〈표 7〉 서울시 에너지원별 사용량 변화

	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신재생 및 기타	합계
2005	165	6,037	4,912	3,485	487	94	15,182
2017	83	6,185	4,205	3,982	261	275	14,990
변화율	49.7%↓	2.5%↑	14.4%↓	14.3%↑	46.4%↓	192.6%↑	1.3%↓

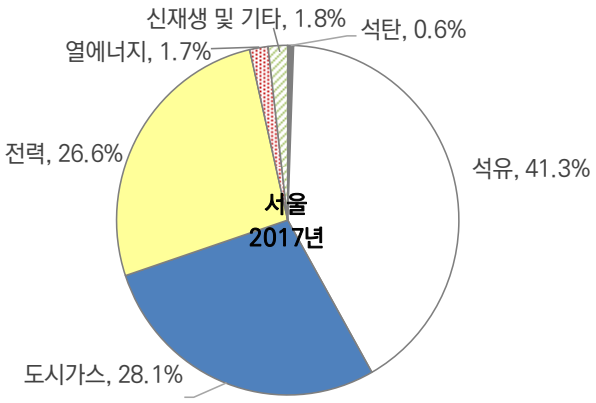
자료: 지역에너지통계연보

○ 서울시는 석유와 석탄 사용 비중이 낮은 대신 전력과 도시가스의 사용 비중이 높음

- 서울은 서비스 부문 에너지 사용량이 높은 대신 산업용 및 발전시설이 많지 않기 때문임



〈그림 7〉 전국 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)

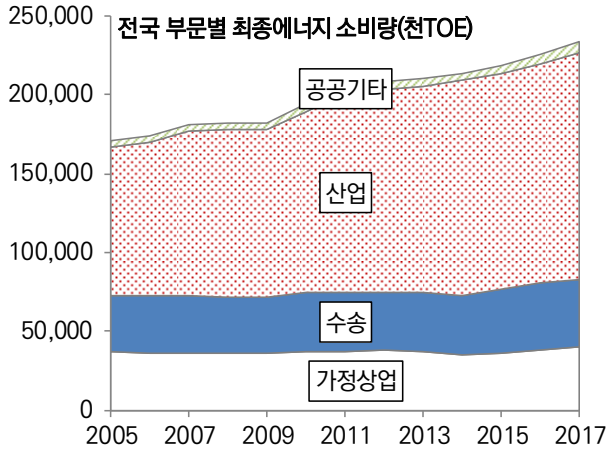


〈그림 8〉 서울 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)

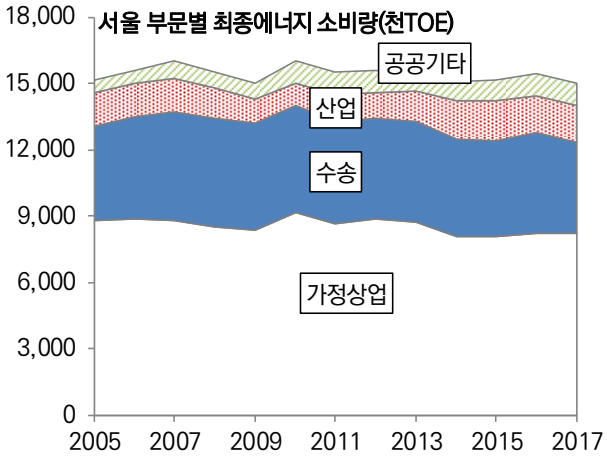
□ 부문별 에너지 소비 현황

○ 2005~2017년 부문별 최종에너지 소비를 보면, 전국 산업부문 에너지 소비량은 51.5%로 크게 증가하여 전체 최종에너지 소비량 증가를 주도함

○ 같은 기간 서울은 공공·기타부문이 74.6% 증가하였으며 이어서 산업부문이 5.2% 증가함



〈그림 9〉 국가 부문별 최종에너지 소비량 변화



〈그림 10〉 서울 부문별 최종에너지 소비량 변화

〈표 8〉 서울시 부문별 최종에너지 사용량 변화

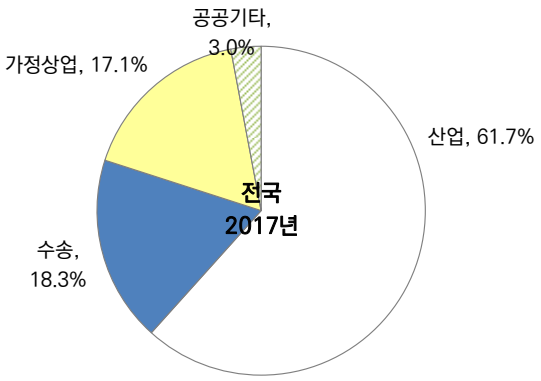
(단위: 천TOE)

	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
2005	1,527	4,292	8,777	587	15,182
2017	1,607	4,150	8,209	1,025	14,990
변화율	5.2%↑	3.3%↓	6.5%↓	74.6%↑	1.3%↓

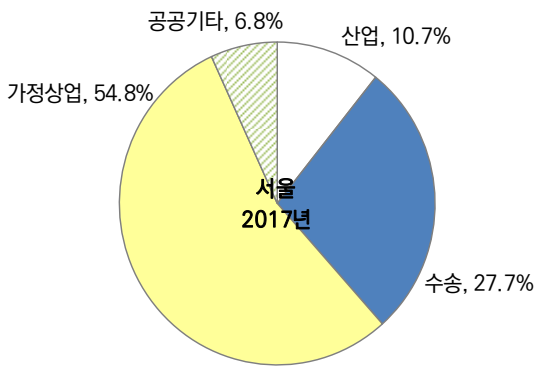
자료: 지역에너지통계연보

○ 전국 부문별 최종에너지 소비량을 보면, 산업이 61.7%. 수송이 18.3%를 차지하여 전체 소비량의 80% 차지함

○ 서울시는 가정상업과 수송부문의 에너지 사용량 비중이 전체의 82.5%인데 반해 산업부분은 10.7% 정도임



〈그림 11〉 전국 최종에너지소비 부문별 비율(2017)



〈그림 12〉 서울 최종에너지소비 부문별 비율(2017)

5) 온실가스 배출 현황[7)]

○ 2017년 서울시 온실가스 배출량은 46,685천톤CO_2eq로 2005년 대비 5.6% 감소한 수준임

○ 직접배출량의 비중은 감소하고 전기소비량이 증가함에 따라 간접배출량의 비중은 커지는 추세임

□ 서울시 온실가스 부문별 배출량

○ 서울시 2017년 전체 온실가스 배출량의 90.9%는 에너지 부문이 차지하고 있으며, 폐기물 (6.0%), 산업공정 및 제품생산 (3.3%) 부문이 큰 비중을 차지함

〈표 9〉 서울시 온실가스 부문별 배출현황

(단위: 천톤CO_2eq, %)

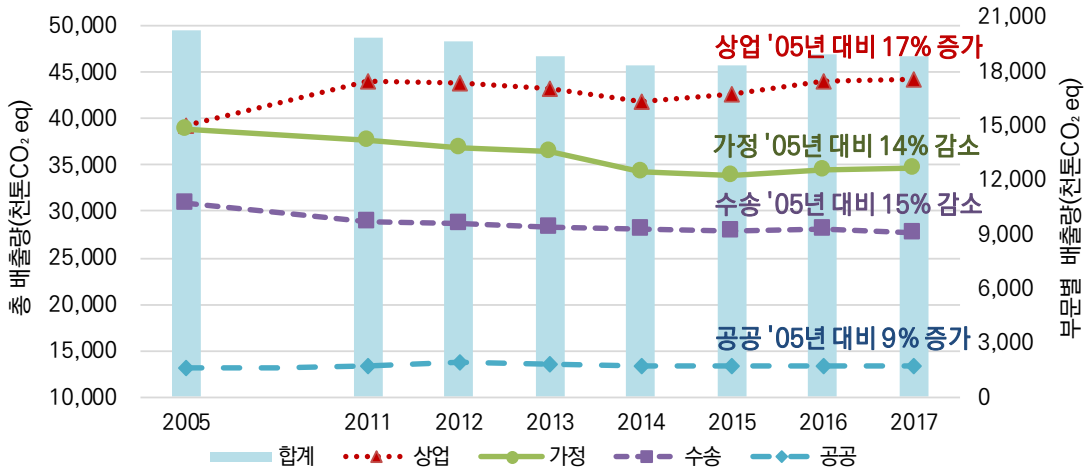
구분	2015년		2016년		2017년		2016년 대비 2017년 증감현황	
	배출량	비율	배출량	비율	배출량	비율	증감량	증감율
에너지	41,673	91.3%	42,537	90.5%	42,417	90.9%	-120	-0.3%
폐기물	2,756	6.0%	3,022	6.4%	2,793	6.0%	-229	-7.6%
산업공정 및 제품생산	1,518	3.3%	1,496	3.2%	1,537	3.3%	41	2.7%
농업, 산림 및 기타 토지이용	-302	-0.7%	-69	-0.1%	-62	-0.1%	7	-10.1%
총배출량	45,646	100%	46,986	100%	46,685	100.0%	-301	-0.6%

자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과; 2018, 2016년 온실가스 인벤토리 조사결과

○ 에너지 부문 중 가장 배출량이 많은 부문은 상업으로 2010년부터 2014년까지 감소추세를 보였으나 이후 다시 증가하여 2017년에는 2005년 대비 17% 증가한 배출량을 기록함

○ 가정부문과 수송부문은 감소추세였으나 가정부문의 배출량이 최근 3년 간 꾸준히 증가함

○ 공공부문의 배출량은 전체 배출량에서 차지하는 비중은 크지 않지만 증가 추세를 보이다 2017년에 다소 감소함



자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과

〈그림 13〉 서울시 부문별 온실가스 배출량 변화

7) 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과

다. 에너지 수요 및 온실가스 배출량 전망(BAU)

1) 방법론과 자료

□ **서울시 최종에너지 수요 추정 위한 다중회귀분석 기법 사용**

○ 다중회귀분석은 경제이론에 기초해 종속변수와 설명변수(종속변수에 영향을 미치는 요소)들 사이의 관계를 추정하고 이를 통계적으로 검증하는 방법임

□ **모형에서 고려한 주요 설명변수**

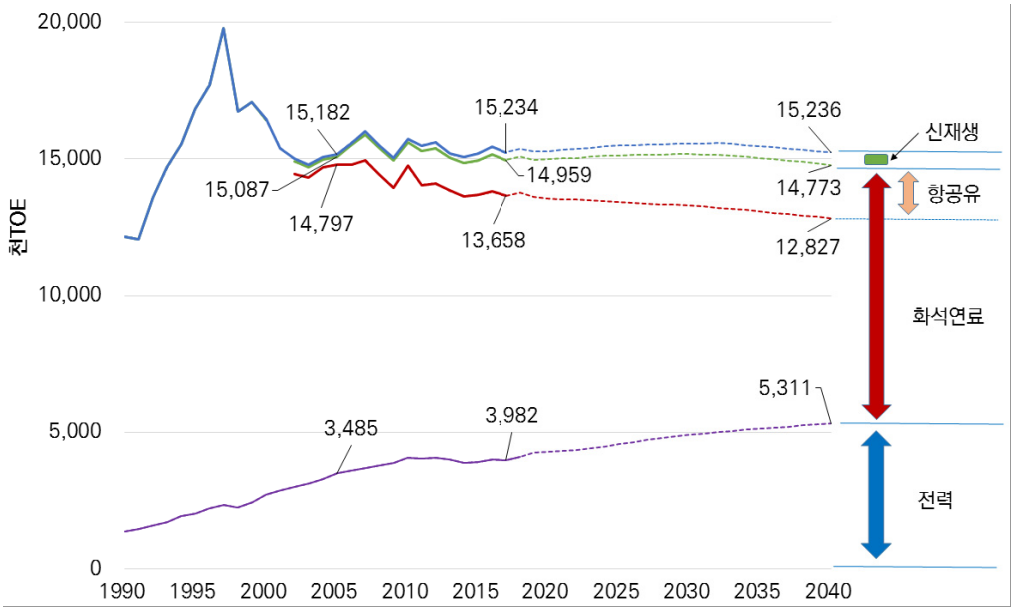
○ 인구구조(저출산, 고령화, 1인 가구 등), 경제구조(지역총생산 GRDP, 산업구조, 정부지출, 소득, 건물 수 등), 수송 특성(자동차대수, 수단분담률, 주행거리, 연비 등), 에너지원별 가격, 기후변화(냉방도일, 난방도일, 폭염일수, 평균기온 등) 등이 있음

○ 에너지원-부문별로 통계적 유의성이 확보된 것들을 중심으로 에너지원-부문별 최종에너지 수요 전망모형을 구축

2) 최종에너지 수요전망

○ 2040년의 최종에너지 수요는 15,236천TOE로 2005년 대비 0.4% 증가하며 화석연료 소비는 2005년 대비 17.5% 감소

○ 2030년의 최종에너지 소비는 2005년 대비 2.5% 증가하며 석탄과 석유, 천연가스 등 화석연료의 소비는 2005년 대비 10.0% 감소할 것으로 전망. 2030년 이후로는 감소추세로 전환



〈그림 14〉 최종에너지 수요 전망(BAU)

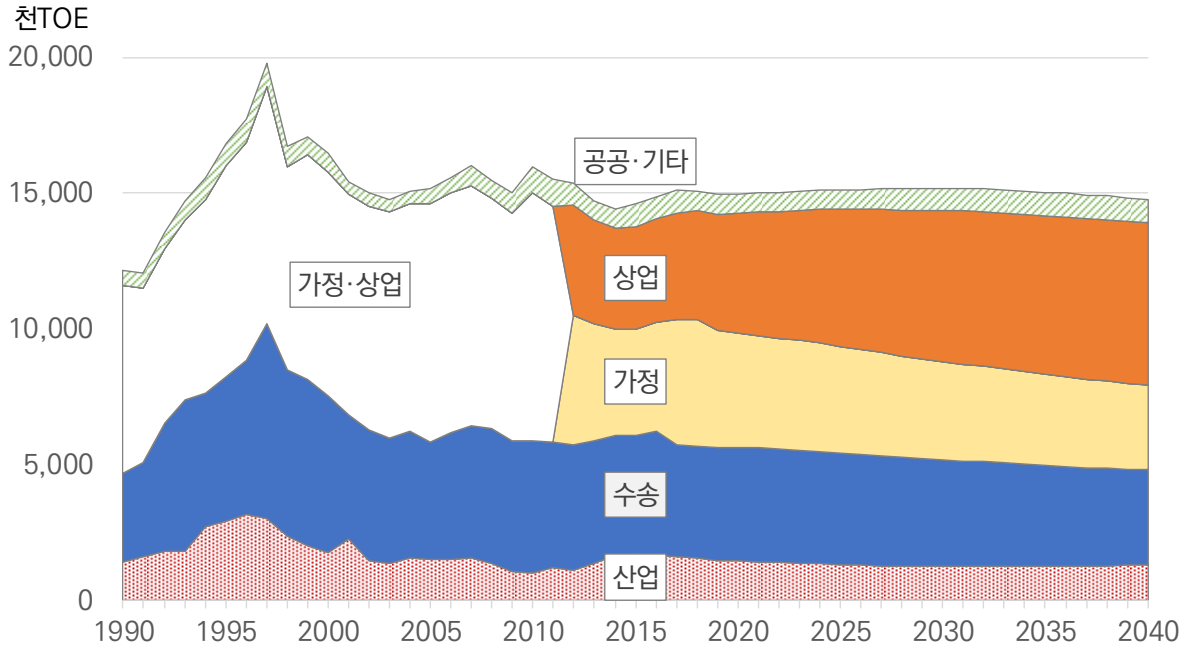
○ 에너지원 중 전력과 항공유 소비가 최종에너지 수요 증가를 견인하며, 항공유를 제외한 화석연료 수요는 감소할 것으로 전망됨

- 전력수요의 증가는 높아지는 전력의존도(전력화)를 반영하며, 항공유 소비의 증가는 소득 증가로 인한 항공수요 증가를 반영
- 항공유를 제외한 화석연료 소비 감소는 에너지원 가격 증가와 화석연료에 기인한 외부효과(기후변화, 대기오염)에 대한 규제의 영향을 반영

○ 신 · 재생에너지는 정부 정책 요인 등으로 계속 증가할 전망

3) 부문별 에너지 수요전망

○ 상업부문과 공공부문을 중심으로 에너지 수요가 증가하고, 산업부문과 수송부문에서는 에너지 수요가 감소할 것으로 전망됨



〈그림 15〉 부문별 에너지 수요 전망(BAU)

〈표 10〉 부문별 에너지 수요 전망(BAU)

(단위: 천TOE)

연도	산업	수송	가정 · 상업			공공 · 기타	합계
			합계	가정	상업		
2005	1,527	4,292	8,777	N/A	N/A	587	15,182
2017	1,607	4,150	8,511	4,598	3,913	845	15,113
2020	1,452	4,177	8,624	4,215	4,409	730	14,984
2025	1,324	4,129	8,946	3,908	5,037	732	15,132
2030	1,258	3,930	9,172	3,620	5,552	810	15,169
2035	1,255	3,725	9,187	3,344	5,843	870	15,037
2040	1,324	3,505	9,079	3,121	5,957	865	14,773

주: 2005년은 지역에너지통계연보에서 가정과 상업부문 미구분. 2005년 제외 부문별 신재생에너지 소비는 반영하지 않음

○ 상업부문의 에너지 수요 비중은 계속 증가하며 상업과 수송부문을 중심으로 한 에너지 절감 대책 필요

4) 에너지원별 수요전망

□ 에너지원별 수요 증감

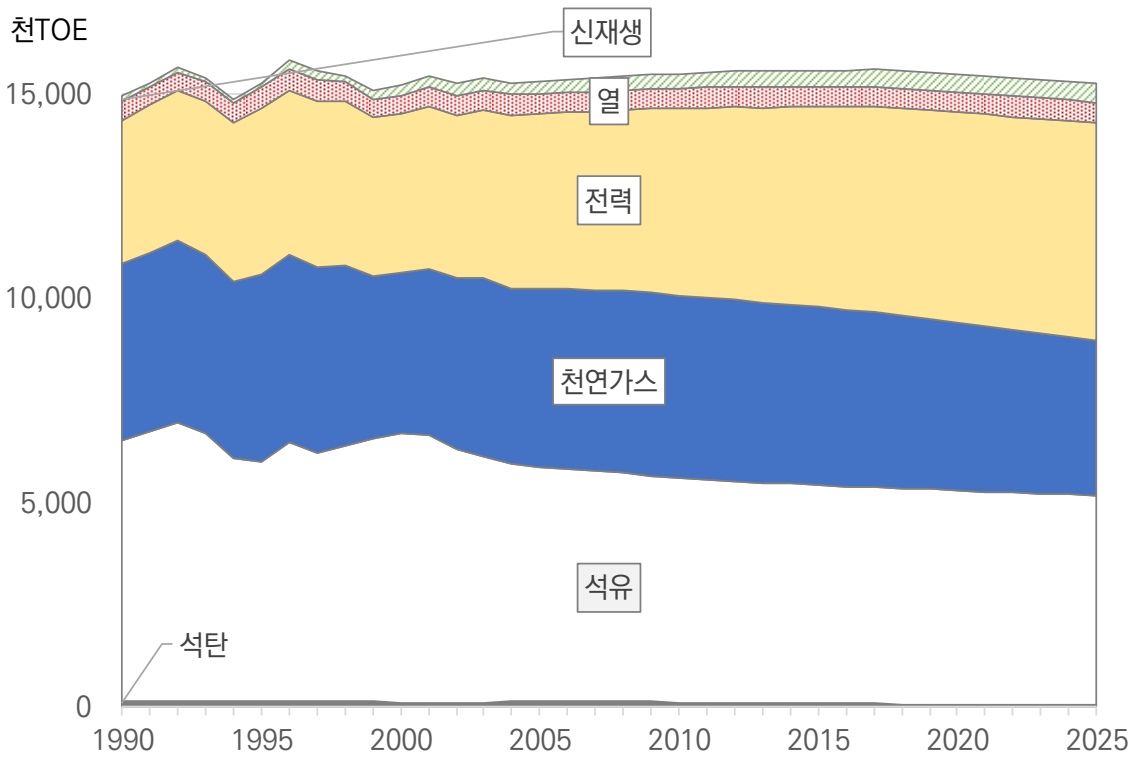
○ 전력, 신·재생은 에너지 수요가 증가하고, 석유와 천연가스, 석탄 등 화석연료의 소비는 감소할 것으로 전망

○ 열에너지 수요전망은 지역난방 공급지역 확대 등 정책의 변화는 고려하지 않고 현재의 공급지역 내에서의 수요 변화만을 반영

- 향후 정책의 변화로 지역난방 공급지역이 확대된다면 열에너지 수요는 크게 증가할 수 있으며, 이때 지역난방은 도시가스와 대체관계이기 때문에 열에너지 수요가 증가하는 만큼 도시가스 수요는 감소할 것. 지역난방 공급지역 확대로 인한 영향은 에너지 목표 수요를 산정하는 데 반영

○ 수송부문의 전력화(전기차 보급 확대)는 고려하지 않음

- 2017년까지 전기차의 보급실적이 미미했기 때문에 현재까지의 역사적 자료를 바탕으로 분석하는 계량경제모형의 특성상 전기차의 영향을 분석하기는 어려웠기 때문임. 향후 전기차 보급이 많아진다면, 에너지원 중에서 전력 소비는 더욱 높아지고, 대체 관계인 석유 소비는 그만큼 줄어들 것으로 예상됨. 전기차 보급의 영향은 에너지 목표 수요를 산정하는 데 반영함



〈그림 16〉 에너지원별 수요 전망(BAU)

〈표 11〉 에너지원별 수요 전망(BAU)

(단위: 천TOE)

연도	석탄	석유	천연가스	전력	열	신 · 재생	합계
2005	165	6,038	4,912	3,485	487	95	15,182
2017	83	6,185	4,206	3,982	503	275	15,234
2020	114	5,752	4,344	4,278	496	305	15,289
2025	102	5,497	4,465	4,563	505	352	15,483
2030	76	5,345	4,344	4,897	507	394	15,563
2035	51	5,237	4,113	5,133	502	431	15,468
2040	32	5,130	3,795	5,311	504	464	15,236

○ 서울시 총 에너지 소비 중에서 전력의 비중은 지속적으로 증가

○ 신 · 재생에너지의 비중은 3.0%까지 증가

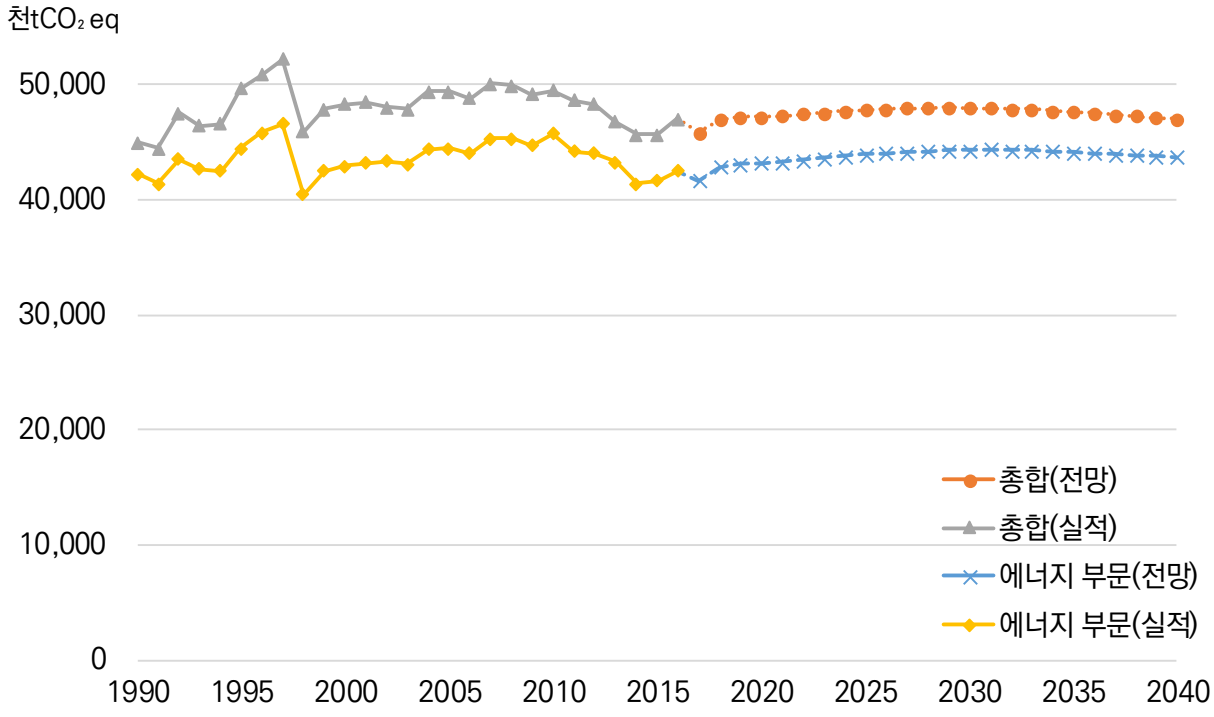
○ 석탄과 석유, 천연가스 등 화석연료의 비중은 감소

5) 온실가스 배출

□ 서울시 온실가스 배출량 전망 결과

○ 2040년 온실가스 배출량은 47,035천톤CO_2eq로 2005년 대비 4.9% 감소할 것으로 전망됨

- 에너지 수요와 마찬가지로 온실가스 배출량에 큰 변화는 없지만 2030년 이후 점차 감소할 것으로 전망



주: 서울시(2020)의 방법론 활용 에너지 부문 온실가스 배출량 산정. 비에너지부문은 서울시(2020)의 전망치 적용. 실적 값은 서울시 온실가스 인벤토리 활용

〈그림 17〉 온실가스 배출 변화 전망(BAU)

□ 부문별 온실가스 배출량

○ 상업부문의 배출량 증가가 가장 두드러지게 나타나며 공공부문에서도 배출량 증가가 전망됨

○ 가정부문과 수송(항공 제외), 산업부문에서는 배출량이 감소할 것으로 전망됨

〈표 12〉 서울시 온실가스 배출량 전망(BAU)

(단위: 천톤CO_2eq)

연도	부문별								에너지부문 합계	총합
	산업	공공	가정	상업	수송 (항공)	수송 (항공 제외)	비에너지	에너지 생산		
2005	4,173	1,577	14,736	14,951	182	10,470	4,963	-1,607	44,483	49,445
2016	2,203	1,757	12,530	17,396	386	8,890	4,449	-626	42,537	46,986
2020	2,136	1,800	12,617	18,843	394	7,832	4,043	-438	43,184	47,227
2025	2,075	1,797	12,222	20,880	469	6,919	3,856	-426	43,935	47,792
2030	1,951	1,871	11,740	22,822	517	5,847	3,669	-415	44,333	48,002
2035	1,786	1,914	11,182	24,085	539	5,033	3,482	-404	44,134	47,616
2040	1,657	1,885	10,698	24,907	535	4,451	3,295	-393	43,740	47,035

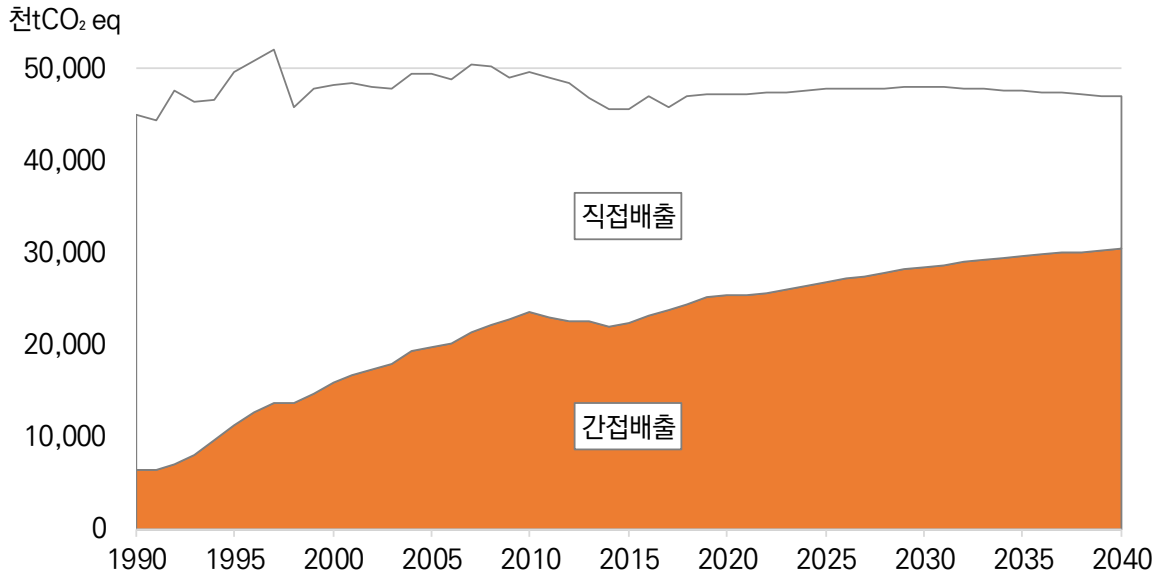
주: 서울시(2020)의 방법론 활용 에너지 부문 온실가스 배출량 산정. 비에너지부문은 서울시(2020)의 전망치 적용

□ 에너지원별 온실가스 배출량

○ 전력을 중심으로 한 간접배출의 비중은 지속적으로 증가

- 2016년 49%에서 2030년에는 59%, 2040년에는 65%에 이를 것으로 전망되어 온실가스 배출 측면에서 전력소비의 중요성이 점점 더 커짐

- 이와 관련하여 배출계수의 변화가 중요하며, 제3차 국가에너지기본계획에서 제시한 발전원 믹스 계획에 따른 온실가스 배출량 변화는 에너지 목표 수요의 기대효과를 다루는 부분에서 고려함



주: 서울시(2020)의 방법론 활용 에너지 부문 온실가스 배출량 산정. 비에너지부문은 서울시(2020)의 전망치 적용

〈그림 18〉 직접배출과 간접배출 전망(BAU)

라. 시민참여를 통한 계획의 비전과 목표 설정

1) 시민참여형 에너지계획 수립 배경

□ **정부와 서울시를 비롯한 주요 지자체는 시민참여형 에너지 정책 수립으로 전환하고 있음**

○ 정부와 전문가 주도형 원전정책에서 시민참여형으로 전환

- 정부는 2017년 8월 100대 국정과제에서 탈원전 로드맵 수립과 공론화를 통해 사용 후 핵연료 정책을 재검토하고, 건설 진행 중인 신고리 5·6호기에 대해서도 원점에서 재검토하겠다고 발표
- 이에 따라 신고리 5·6호기 공론화위원회 구성하고, 2017년 7월부터 약 3개월간 신고리 5·6호기 건설 중단 여부에 대한 사회적 합의를 도출하기 위해 시민참여형 조사를 통해 공론화 추진
- 최종적으로 시민대표 471명 참여하여 59.5%가 건설을 재개하되, 원자력발전을 축소하는 방향으로 에너지 정책을 추진할 것을 권고
- 시민참여형 조사를 위해 46억 3천 100만 원의 예산을 책정함

○ 서울시 원전하나줄이기 종합대책 2단계는 시민이 살리고 시민을 살리는 '에너지 살림도시 서울'로 1단계보다 더욱 시민주도성을 강화함

- 시민이 에너지 생산하고, 효율적으로 소비하는 에너지 자립도시, 서울'을 비전으로 설정하고 천만 서울시민이 에너지 소비자에서 생산자가 되어 자립을 선도하는 것을 추진 전략으로 삼음
- 시작단계부터 사업의 주요 방향과 방법까지 시민들과 함께 준비. 6개월간 48명의 학계, 정·제계, 시민 대표 등으로 구성된 원전하나줄이기 실행위원회를 중심으로 소셜픽션, 정책토론회 등을 개최함

○ '기후변화 대응을 위한 서울의 약속'은 시민사회가 중심이 된 거버넌스 방식으로 작성

- 시민사회, 전문가, 공무원으로 구성된 서울시 대표 거버넌스 기구인 녹색서울시민위원회, 원전하나줄이기 시민위원회, 원전하나줄이기 실행위원회에서 온실가스 저감에 대한 비전과 행동계획 작성 필요성 제기
- 각 위원회의 위원과 서울연구원의 분야별 전문가가 모여 작성위원회를 구성하고 실천 의제를 담당하는 공무원으로 구성된 행정실무조직을 운영함
- 작성 단계별로 추진된 내용을 공개해 온라인 채널을 통해 시민 의견을 수렴하고, 시민단체와 학교 현장에서는 온실가스 줄이기 서약을 받음
- 자치구에서는 간담회와 토론회를 열고 광화문 광장에서는 만민공동회를 개최

○ 부산광역시 2050 클린에너지 마스터플랜, 충청남도 에너지 비전, 제3차 전라북도 지역에너지계획 등은 시민참여 과정을 통해 설정된 정책으로 시민참여형 지역에너지 정책추진이 확산되고 있음

○ 시민참여형 에너지계획 수립의 한계와 시사점

- 대체로 소규모 용역의 일부로 추진하는 관계로 시간과 예산의 제약이 따름
- 소수의 적극적 참여자 중심으로 참여 인원이 선정될 우려가 있어 대표성 부여에 한계

- 의제 선정과 사업 제안에 있어서 지방자치단체와 중앙정부의 역할 구분에 대한 이해 부족으로 부적절한 의제와 사업이 제안되기도 함. 이런 현상은 전문가 집단에서도 종종 나타남
- 그럼에도 불구하고 시민이 결정했다는 사실이 정책추진에 강력한 권능을 부여함

2) 서울에너지 시민워크숍 개요

○ 서울에너지 시민워크숍은 총 3회에 걸쳐 진행되었으며 전문가 발제를 통해 각 회에 논의될 내용에 필요한 사전 지식을 전달한 후 조별 토론과 전체 토론을 거쳐 최종 의견을 결정함

〈표 13〉 서울에너지 시민워크숍 개요

	1차	2차	3차
일 시	2019. 08. 24(토) 14시~18시	2019. 08. 31(토) 14시~18시	2019. 09. 28(토) 13시~18시
참석자	85인	71인	44인
전문가 발표	- 발제 1: 서울시 에너지 목표치 1.5℃의 의미 - 발제 2: 서울시 에너지 현황과 과제	- 발제: 시나리오 의미와 전략 소개 - 세부주제 발제 1: 생산 중심 시나리오 - 세부주제 발제 2: 효율 중심 시나리오 - 세부주제 발제 3: 절약 중심 시나리오	- 발제 1: 서울 에너지 정책의 목표와 전략 시나리오 결과 - 발제 2: 서울 에너지 핵심 정책 소개
논의 목적	- 워크숍 기간 동안 논의에 필요한 정보 제공 및 교육 - 시민기획단의 에너지에 대한 인식 현장조사 및 사전 인식조사와 결과 비교 - 서울시 에너지의 현주소와 시민이 그리는 미래의 모습을 예측	- 전략 시나리오별 비교 - 1차에서 그린 2040년의 서울 에너지 미래상에 부합하는 전략 시나리오 선택	- 시민 체감형 주요 정책 선정 - 시민이 직접 비전과 정책 제안 - 함께 2040년의 에너지 미래를 만들어나가기 위해 시민이 선언할 약속 내용 결정 및 주체별 요구하는 제언사항 작성
결정 사항	- 2040년 서울시 에너지 미래 모습	- 전략 시나리오	- 서울 시민이 뽑은 5대 핵심사업 - 시민이 제안하는 비전과 정책 - 시민의 약속과 제언 내용

3) 시민워크숍을 통한 목표설정의 의의

□ 국내외 동향을 고려하여 국제적인 친환경 도시로서의 위상을 견지하기 위한 시민의 의지 반영

○ 국제사회의 1.5℃ 목표달성에 기여하는 에너지 수요 경로 채택

○ ‘나쁜 에너지’는 줄이고 ‘좋은 에너지’ 공급은 확대

- 기후변화와 대기오염을 고려하여 화석연료 감축
- 재생가능에너지 공급확대와 에너지 효율개선 강화

□ 서울에너지 시민워크숍 시민 의견 반영

○ 1.5℃ 목표 지지의견을 반영하여 최종에너지 소비 목표 설정

- 워크숍 사전 조사에서 국제사회가 온실가스 감축을 통해 지구 평균 기온 상승을 1.5℃ 이내 억제에 합

의하였는데 서울시가 이러한 노력에 동참해야 하는가의 질문에 92%의 응답자가 동참해야 한다고 응답

○ 비전 키워드 반영

- 시민워크숍을 통해 도출된 키워드를 중심으로 전문가 등의 의견 수렴을 통해 비전 설정

○ 효율 중심 시나리오에 따라 에너지 목표 수요 설정

- 효율 중심 시나리오에서 설정했던 신재생에너지 이용률 40% 등을 반영

○ 세부 사업 목록 구성 시 사업 투표 결과 고려

- '서울 시민이 뽑은 핵심사업' 투표 결과를 일부 반영하여 ① 대중교통 활성화, ② 에너지 다소비 건물 효율 기준 규제 강화, ③ 신규 녹색건축물 설계기준 등을 주요 사업으로 사업목록 구성

4) 비전과 주요 목표

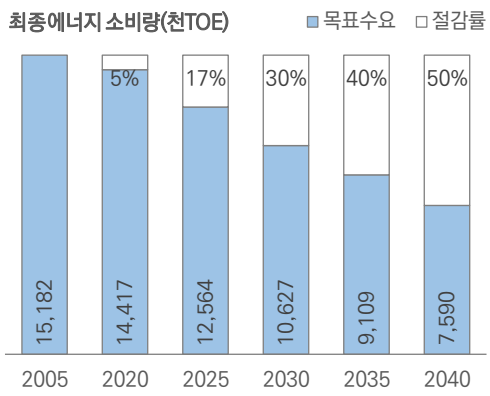
□ 비전과 목표 체계

〈그림 19〉 비전과 목표 체계

□ 주요 목표

○ 에너지 소비량 절감

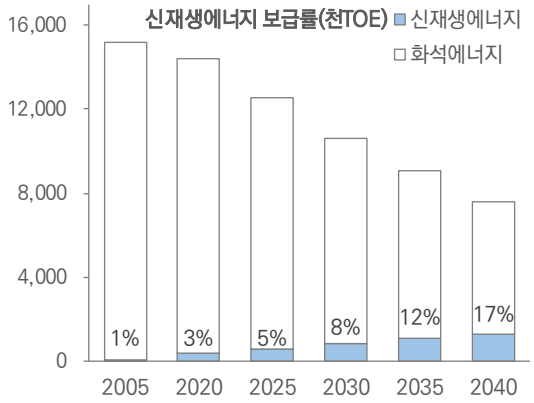
- 2040년까지 50% 절감(2005년 소비량 기준)
- 2030년까지 30% 절감
- 2025년까지 17% 절감



〈그림 20〉 에너지 소비량 절감 목표

○ 신재생에너지 보급률[8)]

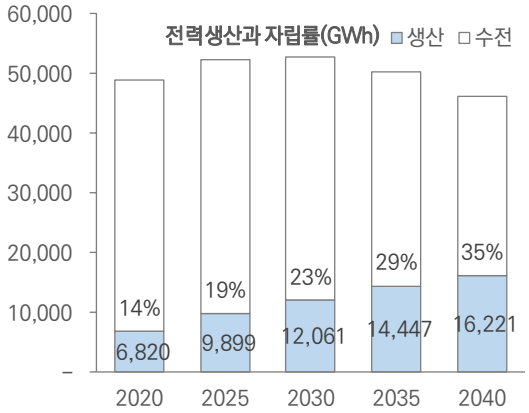
- 2040년까지 최종에너지 소비량의 17% 생산
- 2030년까지 최종에너지 소비량의 8% 생산
- 2025년까지 최종에너지 소비량의 5% 생산



〈그림 21〉 신재생 에너지 보급률 목표

○ 전력자립률

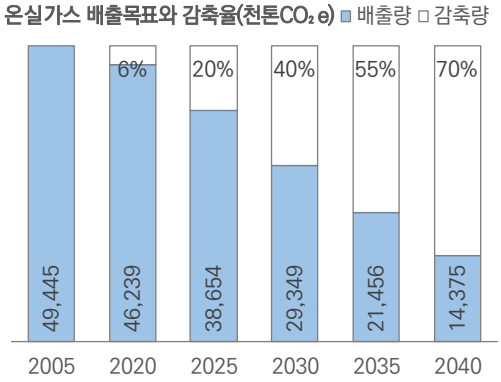
- 2040년까지 전력소비량 대비 35% 생산
- 2030년까지 전력소비량 대비 23% 생산
- 2025년까지 전력소비량 대비 19% 생산



〈그림 22〉 전력자립률 목표

○ 온실가스 배출량 감축

- 2040년까지 70% 감축(2005년 배출량 기준)
- 2030년까지 40% 감축
- 2025년까지 20% 감축
- 국제사회는 2050년까지 net zero 달성 목표 합의



〈그림 23〉 온실가스 배출량 감축 목표

8) 신재생에너지 보급률은 최종에너지 소비량 대비 서울시 내에서 생산된 신재생에너지 생산량을 의미함

마. 에너지 수요관리 계획

1) 최종에너지 수요 목표

□ **서울시 최종에너지 소비는 목표는 2005년 대비 50% 감축된 7,590천TOE로 설정함**

○ 지구 평균온도 1.5℃ 상승 억제를 위한 온실가스 감축 목표에 따른 것임[9)]

- 서울시 온실가스 70% 감축을 하기 위한 화석연료와 전기(그리드) 사용량을 구하고(약 6,300천TOE), 여기에 신재생에너지 생산량(1,290천TOE)을 더해 최종에너지 목표 사용량 정함
- 이는 수요전망 15,236천TOE에 비해 7,646천TOE 감소한 수요량임

○ BAU 대비 전력은 25%(1,330천TOE), 전력 외 연료는 64%(6,316천TOE) 감소함

- 수송 및 냉난방 부문에서 전력 수요 증가할 것으로 전망되어 전력 목표 수요는 화석 연료에 비해 절감률이 작음

〈표 14〉 에너지 수요관리 총괄표

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)			목표수요			BAU 대비 절감량(절감률)			2005년 대비 절감량(절감률)		
	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외
2005	15,182	3,485	11,697	15,182	3,485	11,697	-	-	-	-	-	-
2020	15,289	4,278	11,012	14,417	4,210	10,206	872 (6%)	67 (2%)	805 (7%)	765 (5%)	-725 (-21%)	1,491 (13%)
2025	15,483	4,563	10,921	12,564	4,503	8,061	2,919 (19%)	60 (1%)	2,859 (26%)	2,618 (17%)	-1,018 (-29%)	3,636 (31%)
2030	15,563	4,897	10,666	10,627	4,537	6,089	4,936 (32%)	360 (7%)	4,576 (43%)	4,555 (30%)	-1,052 (-30%)	5,608 (48%)
2035	15,468	5,133	10,335	9,109	4,323	4,786	6,359 (41%)	810 (16%)	5,549 (54%)	6,073 (40%)	-838 (-24%)	6,911 (59%)
2040	15,236	5,311	9,925	7,590	3,981	3,609	7,646 (50%)	1,330 (25%)	6,316 (64%)	7,592 (50%)	-496 (-14%)	8,088 (69%)

주: 절감량에서 음수(-)는 증가를 의미, 2005년 자료는 실측치

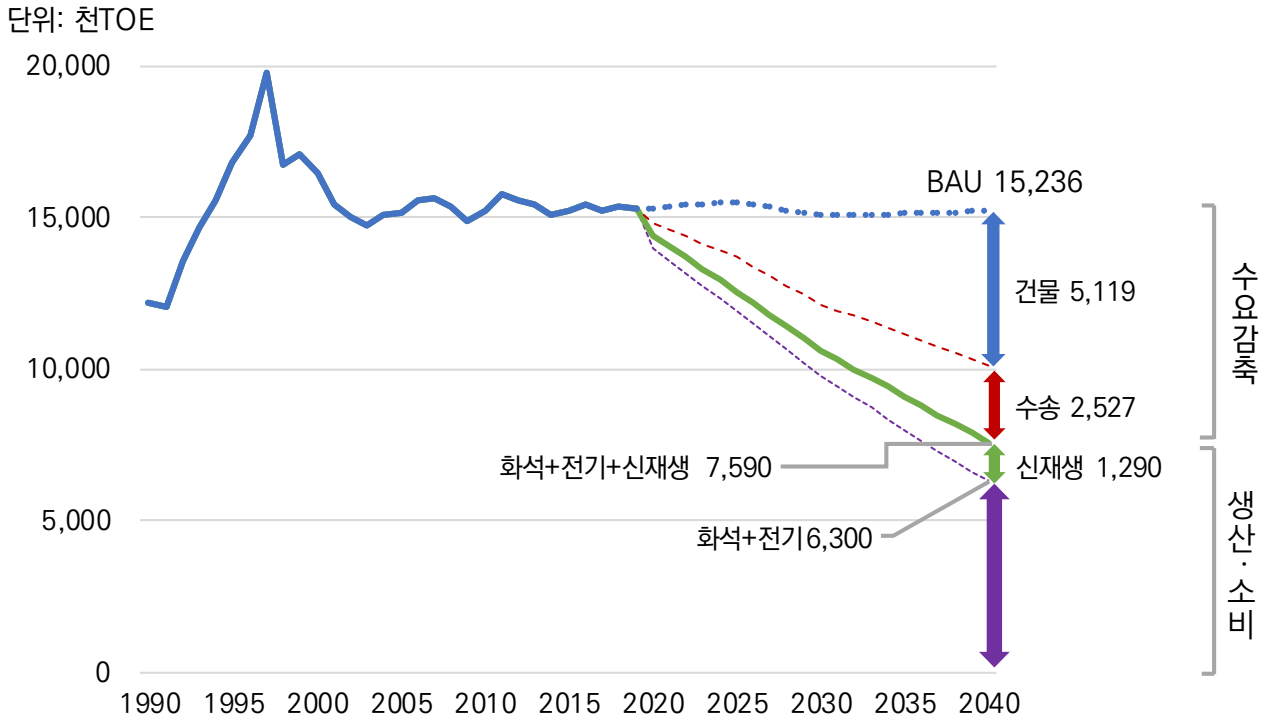
9) 3차 에너지기본계획 전력부문 재생에너지 비중 35% 가정하여 온실가스 계수 산정함

2) 목표 에너지 사용량 달성 방안

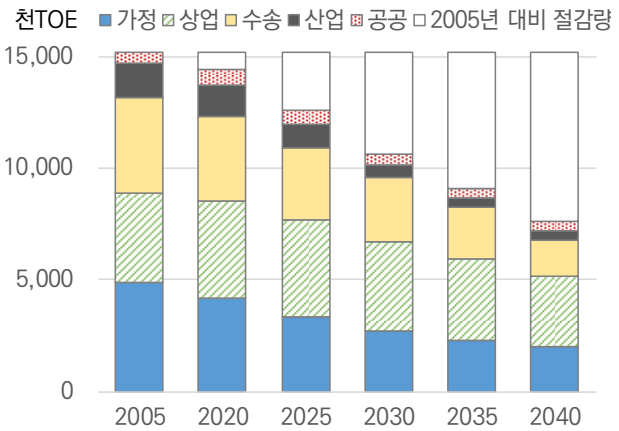
□ **부문별 에너지 효율화와 신재생에너지 확대**

○ 건물에너지 효율화를 통해 5,119천TOE, 수송부문 효율 개선을 통해서 2,527천TOE 절감

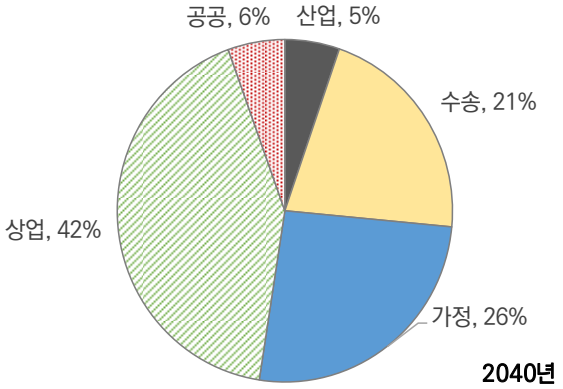
○ 신재생에너지는 1,290천TOE 생산하는 것을 목표로 함



〈그림 24〉 최종에너지 기준 전망과 목표 수요



〈그림 25〉 에너지 수요관리 부문별 목표



〈그림 26〉 2040년 에너지 수요관리 목표 부문별 비중

〈표 15〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 제외)

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)						목표수요					
	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계
2005	1,520	4,292	4,885	3,887	503	15,087	1,520	4,292	4,885	3,887	503	15,087
2020	1,452	4,177	4,215	4,409	730	14,984	1,366	3,721	4,055	4,169	675	13,986
2025	1,324	4,129	3,908	5,037	732	15,132	1,012	3,136	3,150	4,062	592	11,951
2030	1,258	3,930	3,620	5,552	810	15,169	490	2,810	2,423	3,602	452	9,777
2035	1,255	3,725	3,344	5,843	870	15,037	358	2,254	1,944	3,080	380	8,016
2040	1,324	3,505	3,121	5,957	865	14,773	371	1,544	1,571	2,482	333	6,300

주: 2005년 소비량은 지역에너지통계연보 데이터를 바탕으로 신·재생에너지를 제외해 계산한 값임

〈표 16〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 포함)

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)						목표수요					
	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계
2005	1,527	4,292	8,777		587	15,182	1,527	4,292	8,777		587	15,182
2020	1,461	4,220	4,311	4,546	751	15,289	1,378	3,779	4,191	4,364	705	14,417
2025	1,334	4,172	4,015	5,206	756	15,483	1,029	3,196	3,332	4,371	635	12,564
2030	1,268	3,959	3,742	5,757	837	15,563	512	2,873	2,686	4,045	510	10,627
2035	1,265	3,751	3,476	6,076	900	15,468	385	2,322	2,278	3,669	455	9,109
2040	1,335	3,530	3,264	6,213	895	15,236	400	1,612	1,968	3,193	417	7,590

3) 건물부문 에너지 수요관리 계획

(1) 신규건물 에너지 성능 제도 강화

□ 서울시 신규건물 녹색건축물 추진

○ 서울시는 녹색건축물 설계기준을 통해 신규건물의 에너지 효율 향상을 추진하고 있으며 설계기준에는 녹색건축물의 평가기준과 의무기준이 규정되어 있음

○ 녹색건축물로 인증된 건물에 대해서는 건축기준 완화(예, 용적률 완화)와 세금(취득세, 제산세) 감면 인센티브를 제공함

□ 서울시 환경영향평가 심의 기준 강화

○ 서울시는 대규모 개발 및 대형건물의 신축(총면적 100천㎡ 이상) 또는 재개발 및 재건축(대지

면적 90천㎡ 이상 재개발 및 재건축)시 적용하는 환경영향평가 심의 기준을 강화해옴

□ 서울시 신규건물 건축물에너지효율등급 강화를 통한 에너지 절감량

○ 에너지효율등급 기준을 상향하여 연간 606천TOE의 최종에너지 절감을 목표로 함

- 주거와 주거 외 건물에서 각각 242.5천TOE, 363.7천TOE 절감

(2) 공공건물 에너지 절감

□ 공공건물 BRP 확대를 통한 에너지 절감 및 민간건물로의 시장 창출

○ 현재 3,000㎡ 이상인 공공건물 에너지 진단 의무대상 기준을 1,500㎡와 1,000㎡로 단계적 확대

- 서울시 소유 건물 중 서울시 소재 건물은 1,916개임. 이 중 3,000㎡ 이상인 건물은 328개소, 1,500㎡ 이상인 건물은 490개소, 그리고 1,000㎡ 이상인 건물은 595개소임
- 2040년까지 1,000㎡ 이상의 서울시 공공건물 약 600개소에 BRP 진행을 목표로 설정함

○ 공공건물 BRP 의무대상 기준 개선

- 현재 BRP 의무기준은 절감효과 5% 이상, 투자비 회수 기간 10년 이하로 되어 있음. 국내 에너지 가격이 낮아 투자비 대비 에너지 절감량 기준만으로는 BRP 사업을 확대하는 것은 어려움
- 노후건물 리노베이션을 통한 수명 연장과 유지보수비 절감 등의 효과를 종합적으로 고려하여 BRP 대상 범위를 넓히는 것이 필요함

○ 1,000㎡ 이상 공공건물을 교육·복지, 업무, 의료시설로 나누어 2040년까지 단위면적당 최종 에너지 소비를 절반으로 줄이는 것을 목표로 설정

- 이에 따라 2040년 공공부문 최종에너지 절감 목표량은 28,352TOE로 설정함

□ 사회복지시설 BRP

○ 에너지 복지 개선과 BRP 시장 확대를 위해 사회복지시설 BRP 확대 필요

- 연간 50개소의 BRP 사업 진행하여 2040년 625개소 최종에너지 12,500TOE 절감을 목표

○ 기기별 교체(retrofit)보다는 건물 시설개선(수도, 전기 설비 등)과 에너지효율 개선을 함께 진행하는 리모델링(remodeling) 방식에 초점을 맞춰 사업 고려

□ 공공임대주택 BRP

○ 서울시 공공임대주택 BRP는 2040년 총 94,500개소, 63.3천TOE를 감축을 목표로 설정함

(3) 에너지다소비건물 에너지 관리

□ 에너지다소비사업장 및 에너지다소비건물 현황

○ 서울시 에너지다소비사업장수는 591개로 전국 에너지다소비사업장 수의 12.6% 차지함

○ 서울시는 수송과 건물부문 사업장이 서울시 에너지다소비사업장 최종에너지소비의 43.9%,

42.1%를 각각 차지하고 있음

- 서울지역 공동주택 제외 에너지다소비건물은 2012년 271개소에서 2018년 328개소로 증가하였으며, 이들 건물의 에너지사용량도 2012년 1,677천TOE에서 2018년 1,991천TOE로 약 18.7% 증가함

□ 에너지다소비건물 에너지 소비 규제 및 지원 강화

○ 서울시 에너지다소비건물 관리는 주로 에너지소비량 공개와 BRP 융자금을 통한 자발적 감축을 유도에 그쳐, 에너지소비총량규제 등 보다 적극적인 규제 방안 마련 필요함

- 현재 신축건물은 제로에너지건물 및 에너지효율등급기준 강화 등을 통해 에너지 효율 높일 수 있으나 기존 건물에 대한 에너지 규제 방안 미흡한 상황
- 서울시 에너지다소비건물의 특성에 따른 연차별 에너지 소비 기준 마련 필요함
- 에너지 절감 기술, 파이낸스, 시행에 관해 맞춤형 지원을 제공할 수 있는 'BRP 플랫폼' 필요 (예, 뉴욕시 NYC Retrofit Accelerator)

□ 에너지다소비건물 에너지 절감 목표

○ 에너지다소비건물의 최종에너지소비량은 2018년 196만TOE에서 2040년 966천TOE로 994천TOE인 49%가 감축됨

- 에너지다소비건물(아파트) 건축물에너지효율등급을 현 2등급 수준(160㎾h/m2)에서 1+ 등급 수준(90㎾h/m2)[10]으로 개선하는 것을 목표로 설정. 이에 따른 최종에너지 감축량은 약 164천TOE
- 에너지다소비건물(아파트 외) 건축물 에너지효율등급을 현 6등급에서 2040년까지 2등급으로 상향
- 산업부문 에너지다소비건물은 건축물 2040년까지 2018년 에너지소비량의 40%를 감축하는 것을 목표로 설정

(4) 민간건물 에너지 절감

□ 상업용 건물 BRP

○ 상업용 건물 에너지효율화 사업을 연간 3,000개로 획기적으로 확대하여 2040년까지 총 63,000개소의 상업건물 BRP 실행을 목표로 함

- 이를 통해 19,38천TOE가 절감될 것으로 예상

□ 주택 BRP

○ 민간 주택 에너지효율화 사업을 연간 20,000개소로 확대하여 2040년까지 총 420,000개소의 주택 BRP 수행하는 것을 목표로 함

- 2040년 연간 최종에너지 절감량은 139,616TOE로 추정함

10) 건물에너지효율등급은 연간 단위면적당 1차 에너지(㎾h/m^2)으로 구분됨

4) 수요반응자원 확대

○ 수요반응자원(DR, demand response) 거래 제도는 전기사용자가 전력시장 가격이 높을 때 또는 전력수요가 높을 때 아낀 전기를 전력시장에 판매하고 금전으로 보상받는 제도임

□ 이용 현황과 목표

○ 서울시는 약 13.2㎿의 수요반응자원 운영 중이며 2025년 100㎿ 확대 계획 중

- 2019년 서울시의 20개소 공공건물 및 사업소에 6.4㎿, 서울에너지공사는 18개소 공공건물 및 공동주택 6.8㎿의 수요반응자원을 운영하고 있음
- 서울에너지공사는 2025년까지 100㎿의 수요자원 기반 가상발전소 운영을 계획하고 있음

□ 서울시 수요자원 가상발전소 목표 설정

○ 서울시는 2040년에 500㎿의 수요자원 가상발전소 목표를 설정하였으며 9,675천TOE가 절감될 것으로 예상함

- 수요반응시장을 통한 에너지 절감량은 크지 않지만 전력 피크 감축에는 큰 역할을 할 것으로 예상

○ 미세먼지 DR 시행, AMI 보급 등에 따른 발령 시간 증대가 예상됨

- 2014년 신뢰성 DR 발령 실적은 1회 발령 3시간, 2016년 2회 발령 5시간, 2017년 5회 발령 13시간, 2018년 7회 발령 21.5시간으로 증가 추세임[11)]

5) 시민참여 에너지 절약

□ 에코마일리지

○ 에코마일리지 제도는 2009년 9월부터 건물부문의 에너지소비 및 온실가스 감축을 촉진하기 위해 시행하고 있는 제도임

- 전기, 수도, 도시가스(지역난방 포함) 등을 절약한 데 대해 마일리지 방식의 인센티브를 제공하는 시민참여 프로그램임

○ 2018년 기준 에코마일리지 회원 수는 204만 명으로 집계됨. 이 중 개인회원이 198만 명으로 전체 회원의 97%를 차지하고 있음

- 날씨 등의 영향으로 연도별 에너지 절감량은 다소 큰 차이가 있으나 2014~2017년 사이 연평균 27천TOE를 절감한 것으로 나타남

○ 서울시는 2020년 230만명의 회원을 목표로 설정하고 150천TOE의 에너지 절감량을 목표로 함

- 2040년 목표는 「제4차 지역에너지계획」과 같은 300만명의 회원을 목표로 하며, 프로그램의 다양화 · 내실화를 통해 196천TOE의 에너지를 절감하는 것을 목표로 설정함

11) 서울에너지공사 내부자료, 2019

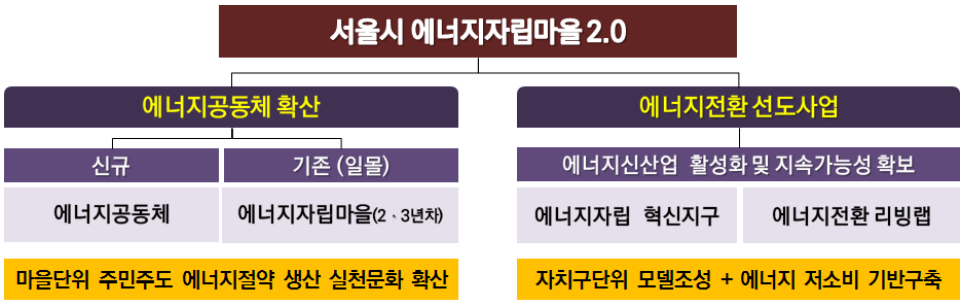
□ **에너지자립마을**

○ 에너지자립마을은 주민들의 자발적인 참여를 통해 에너지 소비를 줄이고 신재생에너지 생산을 통해 에너지자립기반을 구축하는 마을공동체

- 서울시는 2018년 100개의 에너지자립마을 조성하고 에너지자립마을 주민들은 미니태양광 설치, 에코마일리지 가입, 에너지 절약 캠페인 등을 통해 에너지를 줄임

○ 시민, 연구기관, 민간기업, 시, 자치구 등의 역량을 집중해 에너지 수요관리, 온실가스 감축, 에너지경제생태계 조성을 목적으로 2019년부터 에너지자립마을 2.0 사업을 추진하고 있음

- 에너지자립마을 2.0 사업은 '도시형 에너지전환모델 구축 및 서울전역 확산'을 비전으로 2022년까지 에너지공동체 300개소 발굴, 에너지자립 혁신지구 4개소 조성, 주민참여형 에너지전환 리빙랩 10개소 운영을 목표로 하고 있음



〈그림 27〉 에너지자립마을 사업 구조

6) 수송부문 에너지 수요관리 계획

(1) 교통수요관리 강화

□ **기업체 교통수요관리 사업**

○ 제도개선을 통한 기업체 교통수요관리의 내실화와 교통유발부담금 단위부담금 인상

○ 기업체 참여율을 현재 2018년 기준 25%에서 2030년 기준 50%로 상향하고 교통량 감소효과를 현재 2018년 기준 6.7%에서 2030년 기준 12.0%로 상향을 목표

□ **승용차 마일리지 제도**

○ 주행거리 감축량을 인센티브로 부여하는 실적 기반의 마일리지 제도 도입

○ 점검 및 단속의 실효성 증대에 따라 2022년 이후에는 25만대가 참여하고 교통량이 5,688만㎞가 감축되어 9,929톤의 CO_2가 감축될 것으로 기대

□ **나눔카 보급 확대**

○ 나눔카 3기 추진 사업에서는 제도적 기반 강화를 통해 나눔카를 준대중교통으로 확산하기 위한 노력을 추진 중이며, 이를 통해 보급대수를 1만 대로 확대할 계획을 수립함

○ 중장기적으로 자동차 보유대수 및 교통량 감소를 통해 나눔카 100대 당 에너지 340TOE, 온

실가스 720톤이 줄어드는 효과가 기대됨

□ **주차상한제 확대**

○ 대중교통 접근성, 혼잡을 고려된 지역 등을 주차상한제 지역 조정

○ 주차상한제로 인해 절감된 건설비를 공공기여 방식으로 환수하여 교통개선에 투자

○ 주차상한제 적용지역 조정 방식에 따라 적용 면적이 16.1㎢에서 24.9~39.1㎢으로 증가하고 이에 따라 주차상한제가 적용되는 주차면수도 24만 면에서 34만~53만 면이 될 것으로 전망

□ **대중교통 기능 강화**

○ 대중교통 시설확대, 대중교통 안전관리 강화, 교통약자를 위한 대중교통 서비스, 대중교통 운영효율화, 대중교통 재정건전성 확보, 교통수요관리와 같이 6가지 중점항목으로에 따라 도시철도 신설과 연계한 시내버스 노선 개편

○ 지하철 이동 편의시설 확대를 위한 E/S, E/L 증설, 버스 배차 정시성 개선 등을 통해 중장기적으로 대중교통 수단분담율 70% 달성 목표

□ **보행 및 자전거**

○ 자전거 이용 편의 증진을 위해 자전거 도로 높이 개선과 자전거 전용도로망 계획하고 보행 활성화와 편의, 안전 개선 위한 대책을 수립할 예정임

○ 이를 통해 보행 및 비동력수단의 수송분담율을 중장기적으로 18%로 상향하고 인구 10만 명당 보행 사망자 수를 2018년 1.67명 2018년에서 2023년 0.84명으로 낮출 것을 목표로 설정

(2) 친환경차 보급 확대

□ **친환경차 보급 확대**

○ 연도별 전기차 보급계획을 확대하여 2025년까지 전기차 10만 대를 보급할 계획이며, 수소차는 향후 시장 도입여건을 고려하여 2022년까지 4,000대를 보급할 예정임

○ 민간의 전기차 전환을 유도하기 위해 환경부가 선정한 차량을 대상으로 구매보조금을 지원하고 노후차량 폐차 후 전기차 전환 시 추가적인 보조금을 지원할 예정

○ 이를 통해 2040년까지 전기차 보급율 50%, 수소차 보급률 25% 달성을 목표로 함

□ **친환경차 인프라 확충**

○ 친환경차 보급에 따라 충전 인프라를 확대하여 2025년까지 총 2,700기의 충전기 보급 예정

○ 수소차 충전소는 세부 계획이 수립과정에 있으나 대략적으로 2019년 기준으로 수소차 591대 및 충전소 4곳 수준에서 2020년에는 수소차 1,854대 및 충전소 6곳으로 확대할 예정임

○ 2050년까지 전기차 전환대상 차량 2,556,794대 중 98.2%까지 보급 가능

○ 수단별로 구분 시 택시는 100%, 승용차는 98%, 버스는 97% 전환 가능

7) 에너지 수요관리 지표 요약

〈표 17〉 건물부문 에너지 수요관리 절감 목표

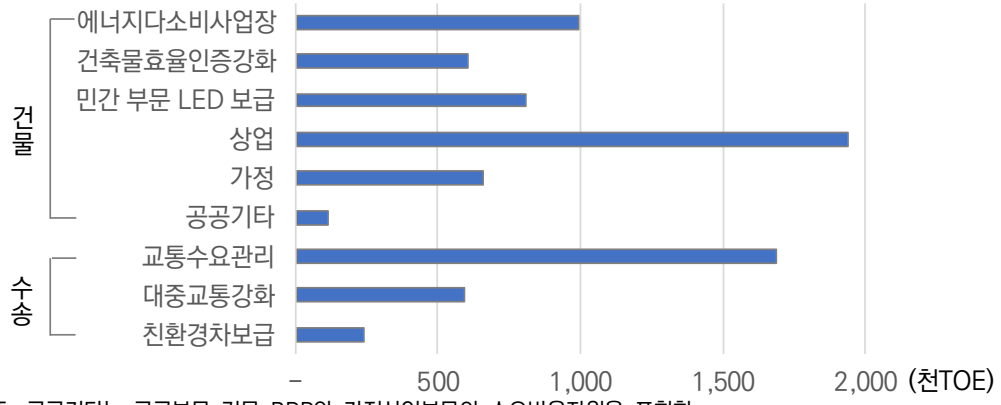
(단위: 천TOE)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
건물	공통	에너지다소비 사업장	65.2	128.1	189.0	247.8	304.7	359.6	607.9	817.4	994.2
		건축물효율인증 강화	28.9	57.7	86.6	115.5	144.3	173.2	317.5	461.8	606.2
		민간 부문 LED 보급	79.6	159.1	238.7	318.2	397.8	477.3	580.6	683.9	807.8
	공공	사회복지시설 BRP	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.5	8.0	10.5	12.5
		공공건물 BRP	1.4	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0	6.3	13.4	28.4
		공공임대주택 BRP	3.0	6.0	9.0	12.1	15.1	18.1	33.2	48.2	63.3
	상업	상업건물 BRP	92.3	184.6	276.8	369.1	461.4	553.7	1,015.1	1,476.5	1,937.9
	가정	주택 BRP	6.6	13.3	19.9	26.6	33.2	39.9	73.1	106.4	139.6
		에코마일리지	150.0	152.0	154.0	156.1	158.2	160.3	171.3	183.1	195.7
		친환경보일러	33.6	37.6	42.1	47.2	52.8	59.2	104.3	183.8	324.0
	가정상업	수요반응자원	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.22	0.78	2.74	9.67
건물 합계			461.5	742.2	1,021.2	1,298.9	1,575.2	1,850.0	2,918.2	3,987.8	5,119.2

〈표 18〉 수송부문 에너지 수요관리 절감 목표

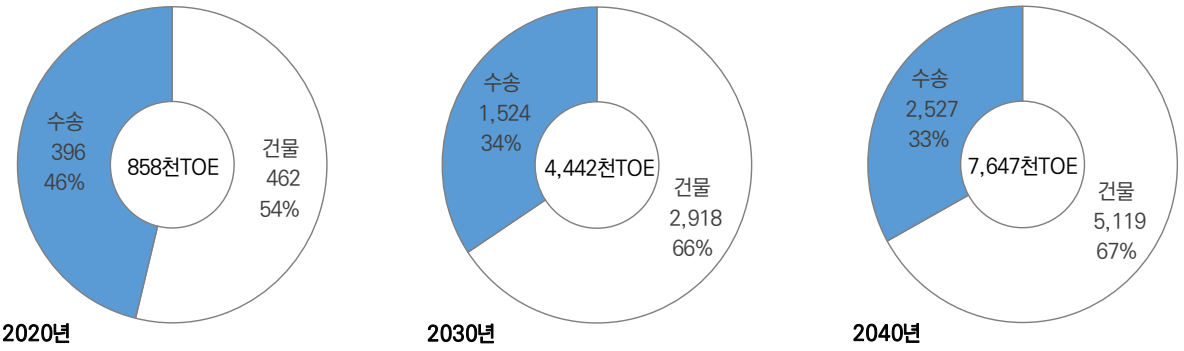
(단위: 천TOE)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
교통수요변화		교통수요변화	-	5.7	31.7	57.8	83.9	110.0	167.3	237.6	328.0
교통수요관리	승용차	기업체 교통수요관리	370.6	464.1	519.7	545.5	567.3	574.4	601.7	764.9	1,188.8
		승용차마일리지제									
		나눔카									
		승용차 평균 주행거리 감소	14.3	53.8	91.4	128.4	164.4	200.2	213.7	207.3	171.5
대중교통강화	지하철/버스	도시철도 확대	-	15.8	30.5	44.4	72.0	98.5	299.6	540.4	594.8
		중앙버스전용차로 확대									
	보행/자전거	보도율 확대									
		자전거도로 확대									
		공공자전거 이용 확대									
		개인교통수단 이용 확대									
친환경차 보급		승용차 평균 연비 개선	2.5	15.6	33.2	49.0	67.4	98.9	181.3	190.2	137.5
		일반차 점유율 감소	8.7	11.6	16.2	21.7	28.0	34.9	60.7	98.2	106.9
		전기차 점유율 증가									
		수소차 점유율 증가									
		친환경 시내버스 보급 확대									
수송 합계			396	566	723	847	983	1,117	1,524	2,039	2,527

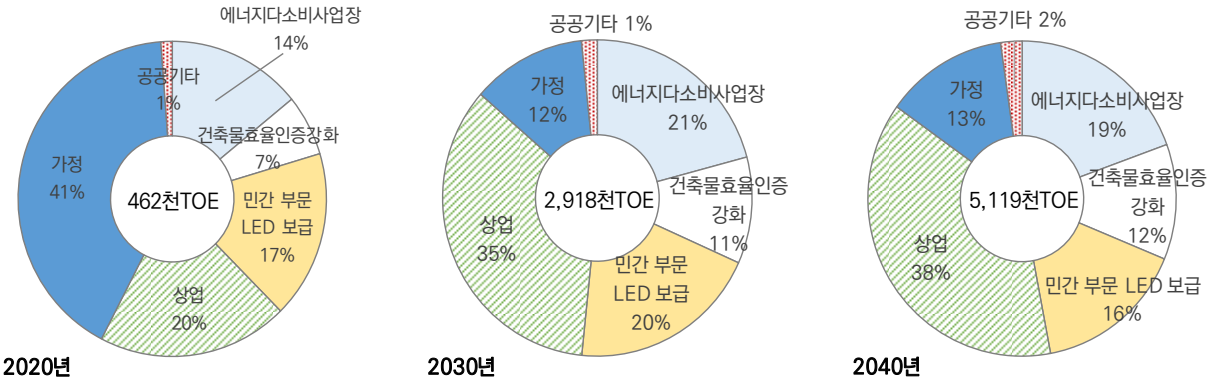


주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

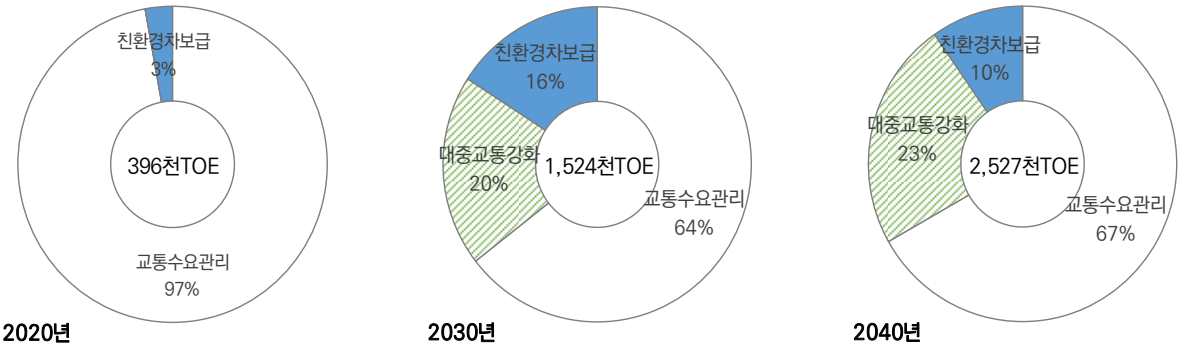
〈그림 28〉 2040년 수요관리 절감량 목표



〈그림 29〉 수요관리 비중 변화



〈그림 30〉 건물부문 수요관리 비중 변화



〈그림 31〉 수송부문 수요관리 비중 변화

바. 에너지 공급 계획

1) 친환경에너지 확대

(1) 태양광 확대

□ 도심 공간구조에 적합한 태양광의 지속적 확대

○ 주택형 · 건물형 태양광을 중점적으로 확대하는 것이 필요

○ 건물에 적합한 태양광 기술개발 및 설치 지원 확대

- 도시 공간 구조상 건물을 효과적으로 활용할 수 있도록 태양광 기술과 건물 기준을 마련할 필요 있음(예, 경기도 "태양광 예비건축물")
- 경량 태양광, 박막 태양광, 건물일체형 태양광(BIPV, building integrated PV) 등과 같은 새로운 태양광 기술개발과 보급 지원 필요

○ 건물 옥상/주차장 태양광 표준 디자인 가이드라인을 채택하여 디자인 심의절차 간소화 필요

○ 태양광 운영 관리 강화 및 태양광 패널 재사용/리사이클링 체계 구축

- 태양광 운영관리는 수익성 제고는 물론, 소비자 신뢰 유지를 통해 시장 확산에 기여함
- 정부의 태양광 패널 재사용/리사이클링 계획에 맞추어 서울시 패널 수거 시스템 체계 구축 필요

□ 2040년 태양광 목표 3.5GW

○ 2022년 1GW '태양의 도시(2017)' 목표 달성 후, 2040년까지 2.5GW 추가 보급 목표

- 2040년까지 3.5GW 보급, 4,088GWh 발전하여 최종에너지 351.6천TOE 절감 목표

(2) 분산에너지자원 확대

□ 연료전지 이용한 마이크로 CHP

○ 신규건물 신재생에너지 의무설치 설비에 대한 운영 보조금 혹은 일부 상업 판매 허용

- 정부의 '수소경제활성화 로드맵(2019)' 에 따른 정부 정책 활용 필요

※ 정부는 2019년 5월 1일부터 발전용, 가정용, 건물형 연료전지 가스요금을 종전 13.16원/MJ에서 12.30원/MJ으로 6.5% 인하함[12)]

○ 현재 디젤발전기를 비상발전기로 사용하고 있지만, 장기적으로는 건물형 마이크로 CHP를 주 에너지원(열 · 전기)으로 사용하고 전기 그리드를 비상발전기로 사용하는 방향으로 전환 필요

※ 현재 서울시 건물 비상발전기 용량은 5.7GW이며 점검 시를 제외하고는 거의 사용하지 않음

12) 산업통상자원부 보도자료, 2019.05.02., "5월 1일부터 연료전지용 가스요금 신설".

□ 집단에너지

○ 우리나라는 집단에너지를 분산형전원으로서 법률로 규정하고 있음(집단에너지사업법 개정, 2017.11.28)

○ 집단에너지사업은 주로 열병합발전으로 공급되고 있는데, 에너지 효율이 일반 발전이나 보일러를 개별적으로 이용하는 것보다 높아 미세먼지와 온실가스 배출 그리고 송배전 비용 측면에서 상당한 사회적 편익 있음

(3) 다양한 신재생에너지원 확대

□ 바이오 에너지

○ 음식물, 하수 슬러지를 이용한 바이오가스 생산은 도시의 자원순환과 온실가스 감축 측면에서 적극적으로 활용할 필요 있음

- 서울시 바이오가스화 시설은 동대문과 송파구에 있는 음식물 바이오가스화 설비와 하수 찌꺼기를 이용한 물재생센터, 병합처리 바이오가스 생산시설이 운영 중임

□ 소수력 확대

○ 서울시는 물재생센터, 정수장 등 작은 낙차의 수자원을 활용하여 5개소 456.5㎾의 소수력 발전 운영 중임

- 향후 영등포·암사 정수센터(200㎾), 잠실 수중보 북단 둔치(1,000㎾)에 소수력 발전사업 추진 예정

○ 2040년까지 3.06㎿ 보급, 9.38GWh 발전하여 최종에너지 807천TOE 절감 목표

□ 소규모 풍력

○ 현재 서울시에는 113.7㎾의 풍력발전기가 설치되어 있음

- 최근 소형 풍력발전기의 기술개발이 많이 이루어져 다양한 용도의 소형 풍력 발전 확대 필요함

- 특히, 수직형 풍력터빈은 수직형 터빈은 3~5m/s 저풍속에서도 발전 가능하며 바람 방향의 영향을 크게 받지 않아 와류(turbulence)가 많은 도심 조건에 적합. 또한, 수직축 풍력 터빈은 출력 당 중량이 적으며, 소음이 적어 도시 풍력 발전기로서 많은 관심을 받고 있음

□ 노원자원회수시설 소각열 활용 스팀 터빈

○ 서울시는 2020년까지 노원자원회수시설 소각열 활용 발전설비 9.5㎿ 준공 계획(서울에너지공사)

- 연간 약 70.7GWh의 전력을 생산할 수 있으며, 발전배열은 다시 집단에너지로 이용

(4) 연료전지 확대

□ 발전용 연료전지

○ 발전용 연료전지는 「제4차 지역에너지계획」의 목표인 2035년 480㎿보다 하향된 2040년 450㎿

로 목표 설정

- 부지확보 어려움, 초기 투자비용, 운영비 문제 등으로 인해 현재 발전용 연료전지는 계획보다 더디게 진행되고 있음
- 향후, 정부의 연료전지 육성 정책에 따라 시장환경이 변화될 수 있지만, 현재의 사업여건 개선에 대한 전망이 불투명하여 「제4차 지역에너지계획」보다 다소 낮은 목표인 450㎿로 목표 설정

□ **건물형 연료전지**

○ 건물형 연료전지는 2040년 350㎿로 목표 설정

- 건물형 연료전지 역시 초기 투자비용과 유지운영비의 문제로 보급이 부진하지만, 연료전지 가스요금이 신설되고 신재생에너지 설치의무제도에 의해 설치된 시설의 상업 운전이 확대된다면 건물형 연료전지의 경제성이 향상될 것으로 전망함
- 2030년까지 140㎿, 2040년까지 350㎿를 설치하는 것을 목표로 하여, 2040년 최종에너지 62.6천TOE를 줄일 수 있을 것으로 추정함

2) 미활용 에너지 발굴과 이용

□ **하수열**

○ 서울시 친환경에너지기본계획에서는 물재생센터에 총 462Gcal/h(탄천 84Gcal/h, 중랑 138Gcal/h, 서남 173Gcal/h, 난지 68Gcal/h)의 히트펌프를 설치하여 열을 공급할 계획임

- 탄천과 서남물재생센터는 주변의 지역난방시설과 연계하여 운영하고, 난지물재생센터는 기존의 지역난방공사의 열공급시설과 연계하여 설치 · 운영

○ 4개 물재생센터에서 공급 가능한 하수열은 약 202천TOE임

□ **하천수열**

○ 1단계로 정수장, 취수장에 히트펌프를 설치. 2단계는 한강주변에 시설에 히트펌프를 설치하여 열을 회수하는 방안을 검토

○ 공급 가능한 하천수열은 약 5.2천TOE로 분석 됨(2단계 포함 93.2천TOE)

○ 상수원수 수열에너지

- 하천수 취수장으로부터 정수장까지를 연결하는 도수관로의 원수를 열원으로 활용할 수 있음
- 원수 부존량 중 유량의 30%를 이용한다고 가정하면 연간 생산량은 약 288천TOE로 분석됨
- 롯데월드 타워는 2016년부터 광역상수도 원수를 이용하여 냉난방 용도로 사용하고 있음
- 롯데월드 타워의 연면적은 328,351㎡으로 수열사용 용량은 3000RT (열생산 용량으로 환산시 10.42Gcal/h)이며, 이를 연간 열생산량으로 환산할 시 91,279.2Gcal에 해당(냉난방 수요의 약 10% 를 담당하고 있다고 보도되고 있음)

- 호텔, 컨벤션센터 등 에너지다소비 건물이 밀집되어 개발될 것으로 예상되는 '잠실 MICE' 인근에는 2200mm 원수관로가 복선으로 지나가고 있고, 팔당댐에서 취수한 원수를 관로당 약 30만톤/일 수도권 정수장에 공급 중임
- 그러므로 공급가능한 수열에너지 잠재량은 1,500Gcal/일에 해당함 이를 공급용량으로 환산하면 약 20,000RT의 용량으로 공급 가능한 수준이며 COP를 3.0으로 가정할 때 냉방에너지는 1,125Gcal/day 난방에너지는 2,250Gcal/day(93.7Gcal/h) 공급이 가능함

□ **유출지하수**

○ 유출지하수는 상수원수나 수돗물보다 온도변화가 적어 매우 좋은 열원임

○ 유출지하수는 다른 용도로 사용하기 전에 최우선으로 미활용에너지 열원으로 활용하여 냉난방 에너지를 생산하는 것이 바람직함

○ 보도 지하에 관을 매설하여 열을 회수한 지하유출수를 통과시키면 겨울철 보도의 결빙을 방지하기 위한 열원으로도 활용가능 함

3) 집단에너지 공급 확대[20)]

□ **서울시 집단에너지 보급현황**

○ 서울시 집단에너지 보급현황을 살펴보면 동남권과 서북권에 한국지역난방공사, 동북권과 서남권에 서울에너지공사, 위례(송파)와 나래(강동)에 SK E&C 총 3개의 공급사에서 집단에너지를 보급하고 있음

○ 2017년 말 기준 총 32개 사업자가 61개소 사업장에서 2,812천 세대에 공급 중에 있으며, 집단에너지 시장의 70.5%를 3개 사업자가 차지하고 있음

- 이중 지역난방공사 시장규모의 점유율이 49.7%로 가장 높음

□ **신재생에너지와 집단에너지의 환경개선 효과**

○ 집단에너지의 전력생산으로 인한 온실가스 배출량은 한전계통의 절반 수준

- 한전계통 대비 집단에너지, 태양광, 연료전지의 온실가스 배출량을 살펴보면, CHP와 연료전지의 온실가스 절감효과는 각 56.2%, 47.7%

〈표 19〉 전력생산 온실가스 저감 효과

구분	집단에너지(CHP)	연료전지	태양광	한전계통
단위발생량(tCO_2/MWh)	0.219	0.258	0	0.459
한전계통 대비(%)	47.7	56.2	0	100

20) 자료: 한국지역난방기술주식회사, 2019, 서울시 집단에너지 인프라구축 및 신재생에너지 확대 기본계획 수립용역

□ **집단에너지 설비용량 확충계획**

○ 2019년 기준 열원설비(수열포함)의 열용량으로는 2025년 이후 열원설비용량이 부족 예상

- 최대열부하는 서울시 내 열원으로 열 수송이 가능한 지역에 한하여 산정(은평제외, 지리적 제약에 따라 서울시 내 열원으로 열 공급 불가)

○ 향후 열 수요는 계속해서 증가할 것으로 예측되며, 증가한 열 수요는 PLB의 생산량비율이 급속도로 높아지게 할 것으로 예상

□ **서울시 대규모 신설 및 대체 CHP**

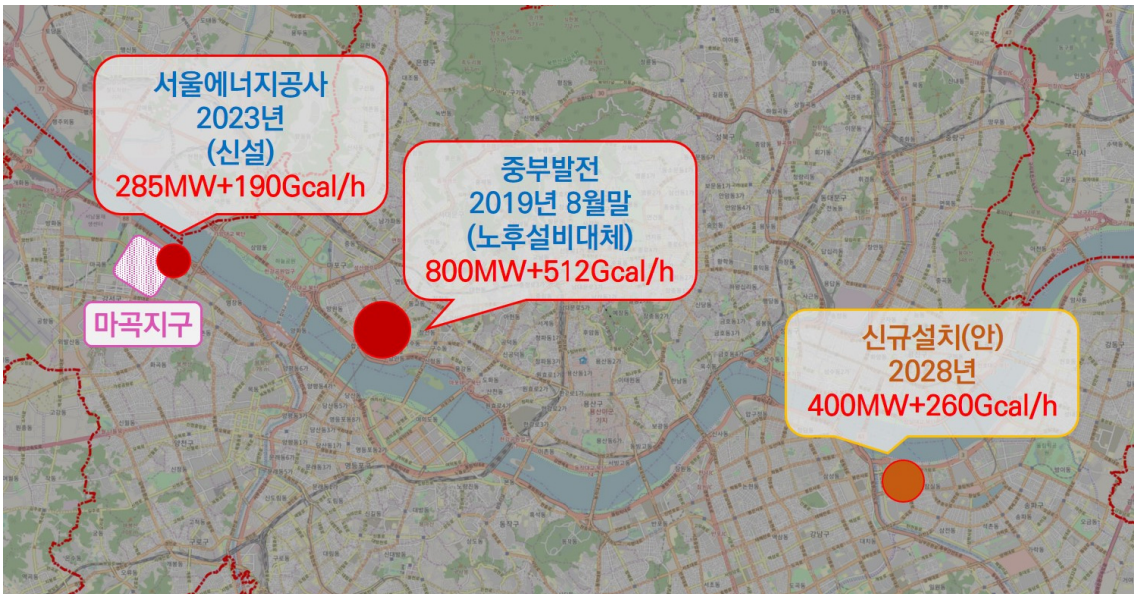
○ 서울시 냉난방 열수요의 지속적 증가가 예상됨에 따라 2028년 한국지역난방공사 예상공급 열부하 대비 현재의 시설용량으로는 동남권에 316Gcal/h의 열용량 부족이 예상

- 타 권역에는 현재 시설용량으로 열공급 가능

- 미세먼지, 온실가스에 효과가 크며, 청정연료인 LNG를 이용한 대용량 고효율의 CHP설치로 신재생에너지의 안정적 공급과 확대 필요

○ 또한, 2028년에는 기존 열원시설인 강남열원 PLB(240Gcal/h)의 노후화가 설계기준 연한에 육박(28년 경과)하므로 대체 열원의 설치 또한 필요

○ 중부발전(서울복합화력발전소)과 같은 방식의 지하화로 종합운동장개발부지 내에 설치를 고려



〈그림 32〉 대규모 신설 및 대체 CHP

□ **사업자간 열 연계를 통한 설비이용효율 극대화 필요**

○ 위례에너지서비스는 2019년 말 기준 50Gcal/h의 열량을 한국지역난방공사에 연계송열 중이며, 향후 100Gcal/h로 송열 가능(사업자 간 연계량 확대 가능)

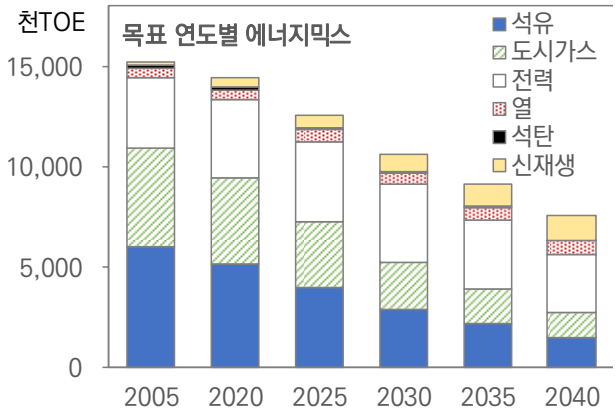
○ 하절기 집단에너지 3사의 저가열원으로 타 사업자 공급 여유용량이 있음

4) 주요 공급지표 요약

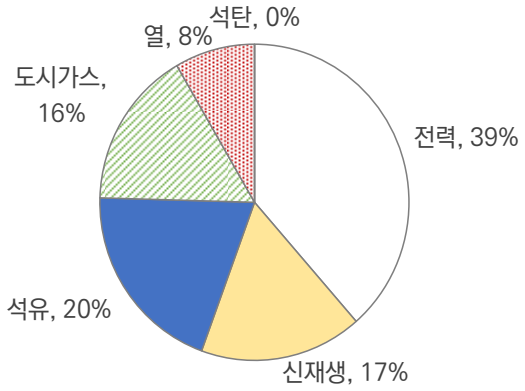
□ **2040년 신재생에너지 생산량 목표는 2,787천TOE(등가1차에너지[21]), 전력생산량 목표는 16,221GWh로 설정함**

○ 2040년 에너지믹스에서 전력이 38.6%로 가장 큰 비중을 차지함. 석유 20%, 신재생에너지 17%, 그리고 도시가스가 16%로 3가지 에너지원이 유사한 비중을 차지하고 있음

- 신재생에너지 중 대부분이 발전설비이므로 전력의 비중은 50% 이상



〈그림 33〉 목표 연도별 에너지믹스



〈그림 34〉 2040년 에너지믹스

〈표 20〉 신재생에너지 생산 목표(등가1차에너지)

(단위: 천TOE)

구분		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
신재생 에너지	태양광	156	208	271	291	312	334	471	664	936
	태양열	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	3.85	3.85	5.39
	풍력	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.31	0.86	2.93
	소수력	0.46	0.46	0.46	0.95	1.03	1.10	1.45	1.80	2.15
	지열	11	11	11	11	11	11	15	18	21
	발전용 연료전지	361	451	542	542	542	632	722	812	812
	건물형 연료전지	9	18	27	36	36	36	253	506	632
	바이오	77	77	77	77	77	77	83	87	87
	폐기물	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	소계	670	822	984	1,013	1,034	1,146	1,602	2,145	2,551
미활용 에너지	하수열	35	35	35	35	35	35	50	59	70
	잉여열 수열 지역난방 활용	78	78	78	78	78	78	78	78	78
	상수열활용 냉난방	2	2	3	4	5	5	35	62	88
	소계	115	115	116	117	118	118	164	199	236
합계		785	937	1,100	1,130	1,151	1,265	1,765	2,344	2,787

주: 폐기물에너지의 경우 신재생에너지법 개정(2019. 10. 1)으로 폐기물에너지의 정의가 "비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외"로 변경됨에 따라 동법 시행령 제2조 [별표1]에 의거하여 "폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지"인 전력만 반영함

21) 등가1차에너지란 전력 생산에 소요되는 화석연료 등의 1차에너지 환산량을 의미함

〈표 21〉 분산형전원과 전력생산량 목표

(단위: GWh)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
재생에너지	태양광		681	910	1,186	1,270	1,360	1,457	2,055	2,899	4,088
	풍력		0.18	0.22	0.27	0.33	0.40	0.49	1.36	3.76	12.78
	소수력		2.02	2.02	2.02	4.17	4.48	4.78	6.32	7.85	9.38
	바이오	하수슬러지	-	-	-	-	-	-	24.53	42.92	42.92
연료전지·미활용에너지	연료전지	발전용 연료전지	1,577	1,971	2,365	2,365	2,365	2,759	3,154	3,548	3,548
		건물형 연료전지	39	79	118	158	158	158	1,104	2,208	2,759
	폐열 활용	노원자원 회수시설 스팀 터빈	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74
기존발전량	화력	서울화력*	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205
		마곡CHP	-	-	-	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6
		자가 열병합	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	284.7	306.6	328.5
	신재생	폐기물	158	158	158	158	158	158	158	158	158
전력자립률		생산	6,820	7,483	8,192	9,317	9,407	9,899	12,061	14,447	16,221
		수요	48,958	49,638	50,317	50,997	51,676	52,356	52,756	50,261	46,259
		보급률	14%	15%	16%	18%	18%	19%	23%	29%	35%
분산형전원		생산	2,615	3,278	3,987	5,112	5,203	5,694	7,856	10,242	12,016
		구성비	38%	44%	49%	55%	55%	58%	65%	71%	74%
		보급률	5%	7%	8%	10%	10%	11%	15%	20%	26%
신재생 에너지		생산	2,528	3,190	3,900	4,026	4,116	4,608	6,573	8,937	10,689
		구성비	37%	43%	48%	43%	44%	47%	54%	62%	66%
		보급률	5%	6%	8%	8%	8%	9%	12%	18%	23%

주: *분산형전원 전력생산량에서 제외
구성비는 전력생산량 대비 분산형전원 및 신재생 에너지 생산량의 비율
보급률은 전력수요 대비 분산형전원 및 신재생 에너지 생산량의 비율
폐기물에너지의 경우 신재생에너지법 개정(2019. 10. 1)으로 폐기물에너지의 정의가 "비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외"로 변경됨에 따라 동법 시행령 제2조 [별표1]에 의거하여 "폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지"인 전력만 반영함

사. 주요 지표 요약

1) 1인당 에너지 소비

□ **2040년 1인당 에너지 소비량은 0.84 TOE/인으로 2005년 대비 45% 감소**

○ 이는 2005년 1인당 에너지소비량에 비해 2030년에는 25.6%, 2040년에는 44.7% 감소한 수준임

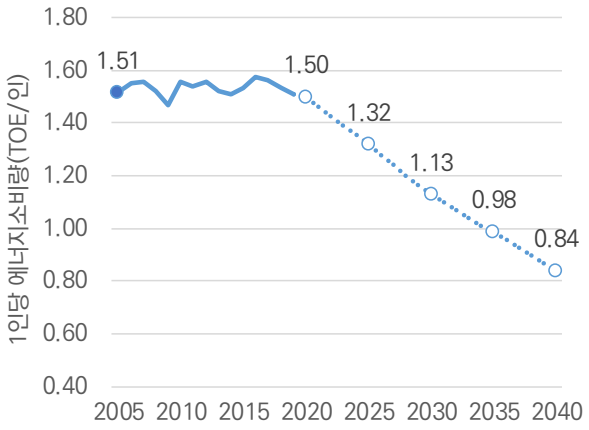
- 1인당 최종에너지소비량은 2005년 1.51 TOE/인에서 2040년에는 0.84 TOE/인으로 낮아짐
- BAU와 비교할 경우 2030년에 0.5TOE, 2040년에 0.8TOE 낮은 수치임

2) 에너지 원단위

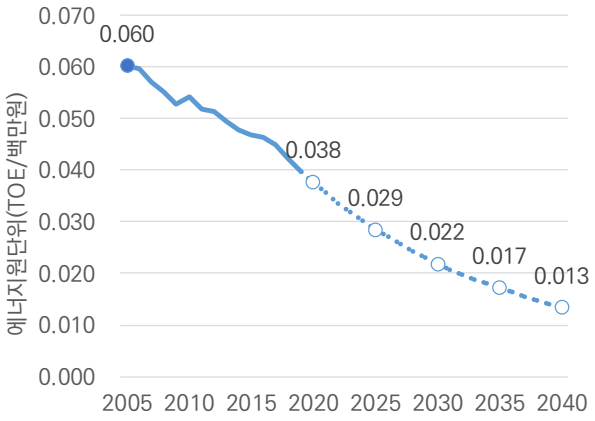
□ **2040년 에너지원단위 2005년 대비 77.8% 향상**

○ 앞서 제시한 사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 에너지원단위는 2005년에 비해 2030년에는 63.7%, 2040년에는 77.8% 향상될 것으로 전망됨

- 지역총생산 대비 에너지 소비량의 비율이 현저히 낮아져 저에너지 경계구조로 전환
- 지역총생산량 BAU대비 목표수요 절감률은 2030년에 32%, 2040년에 50%임



〈그림 35〉 1인당 에너지 소비량 전망



〈그림 36〉 서울시 에너지원단위 전망

〈표 22〉 1인당 에너지 소비 및 에너지 원단위 목표

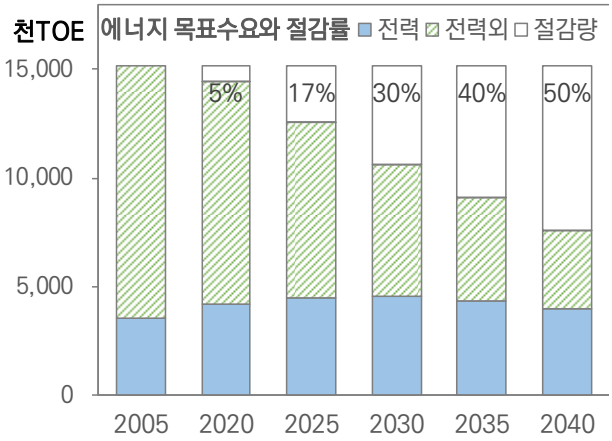
년도	1인당 에너지소비 (TOE/인)	2005년 대비 1인당 에너지소비	에너지원단위 (TOE/백만원)	2005년 대비 에너지원단위
2005	1.51	100	0.060	100
2020	1.50	98.84	0.038	63.24
2025	1.32	86.95	0.029	47.85
2030	1.13	74.45	0.022	36.27
2035	0.98	64.95	0.017	28.53
2040	0.84	55.32	0.013	22.23

3) 에너지 수요관리

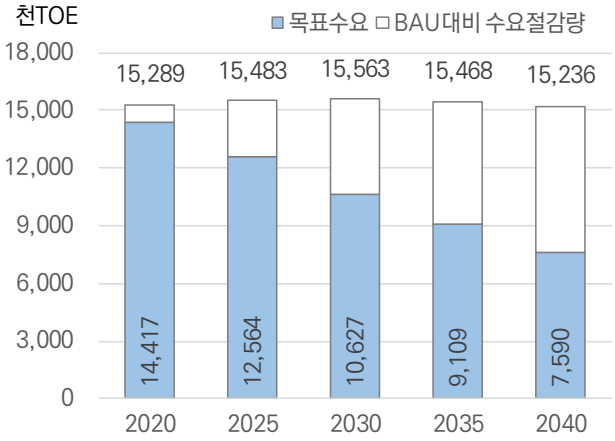
□ 2040년 서울시 최종에너지 소비량은 2005년 소비량 대비 50% 수준

○ 서울시 최종에너지 소비량 목표는 2005년 대비 2040년까지 7,590천TOE로 앞서 제시한 사업들에 따라 수요관리가 이루어진다면 2005년 대비 2030년에 30%, 2040년까지 50% 절감할 수 있음

- BAU대비 목표수요 절감률은 2030년에 32%, 2040년에 50%임



〈그림 37〉 에너지 목표수요와 절감률



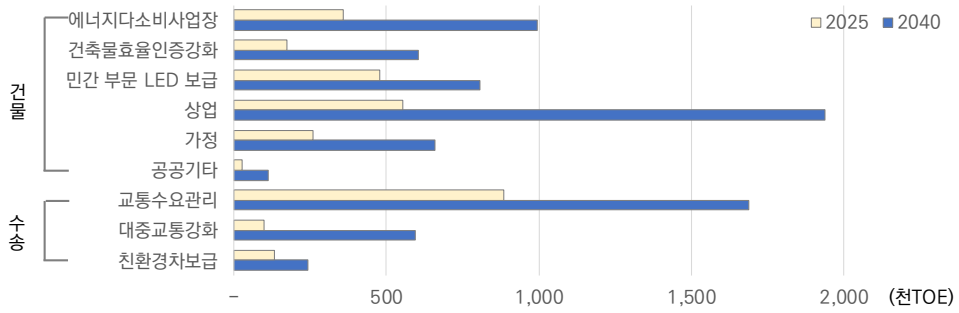
〈그림 38〉 BAU 대비 에너지 절감량 목표

□ 2040년까지 건물과 수송 부문에서 7,647천 TOE 감축

○ 앞서 제시한 사업들의 목표를 달성할 경우 건물 부문에서 2040년까지 5,119천TOE를 절감할 수 있음

- 2025년애는 상업부문의 상업건물 BRP, 민간 부문 LED 보급, 에너지다소비사업장 순으로 절감량이 많으며 특히 상업건물 BRP는 2040년까지 가장 주요한 에너지 절감 수단임

○ 2040년까지 수송 부문에서 절감할 에너지의 양은 2,527천TOE로 교통수요관리가 1,688천TOE로 절감량의 67%를 차지할 것으로 기대됨



주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

〈그림 39〉 2025년과 2040년 수요관리 절감량 목표

〈표 23〉 에너지 수요관리 절감량 목표

(단위: 천TOE)

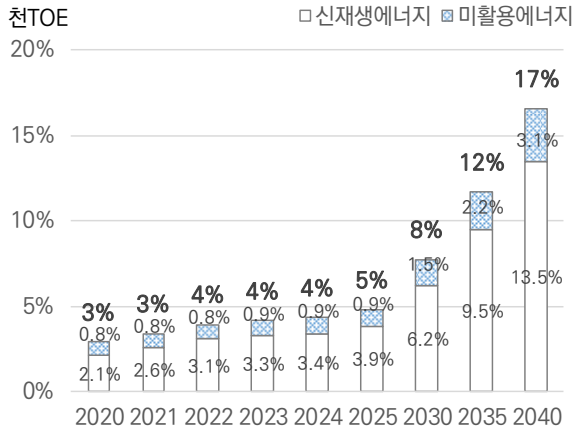
구분		2020	2025	2030	2035	2040
건물	에너지다소비사업장	65	360	608	817	994
	건축물효율인증강화	29	173	318	462	606
	민간 부문 LED 보급	80	477	581	684	808
	상업	92	554	1,015	1,476	1,938
	가정	190	259	349	473	659
	공공·기타	5	27	48	75	114
교통	교통수요관리	385	885	983	1,210	1,688
	대중교통강화	-	99	300	540	595
	친환경차보급	11	134	242	288	244
합 계		858	2,967	4,442	6,027	7,647

4) 신재생에너지 보급률

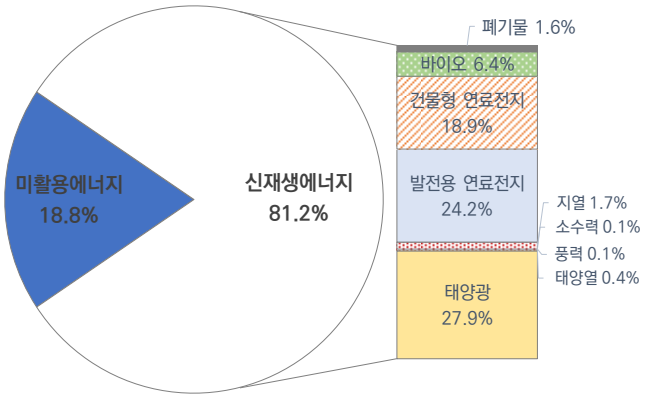
□ 2040년 신재생에너지 보급률 17% 달성

○ 앞서 제시한 개별사업들의 목표를 달성할 경우 신재생에너지 보급률은 2030년에 8%, 2040년에 17%가 될 것으로 예상됨

- 신재생에너지 보급률의 대부분은 태양광과 연료전지가 차지



〈그림 40〉 신재생에너지 보급률 전망



〈그림 41〉 2040년 신재생에너지 에너지 믹스 목표

〈표 24〉 신재생에너지 생산 목표(최종에너지)

(단위: TOE)

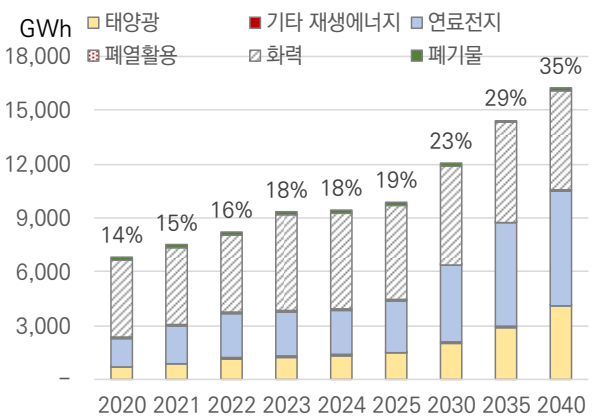
구분		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
신재생 에너지	태양광	58,561	78,249	101,955	109,213	116,988	125,316	176,743	249,273	351,568
	태양열	2,721	2,721	2,721	2,721	2,721	2,721	3,847	3,847	5,386
	풍력	15	19	23	28	34	42	117	324	1,099
	소수력	174	174	174	359	385	411	543	675	807
	지열	11,300	11,300	11,300	11,300	11,300	11,300	15,462	18,133	21,021
	발전용 연료전지	135,605	169,506	203,407	203,407	203,407	237,308	271,210	305,111	305,111
	건물형 연료전지	3,390	6,780	10,170	13,560	13,560	13,560	94,923	189,847	237,308
	바이오	77,000	77,000	77,000	77,000	77,000	77,000	79,109	80,691	80,691
	폐기물	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636
	소계	308,403	365,385	426,387	437,225	445,032	487,296	661,591	867,537	1,022,628
미활용 에너지	하수열	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	50,321	59,350	70,000
	잉여열 수열 지역난방 활용	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000
	상수열활용 냉난방	1,712	2,450	3,187	3,925	4,662	5,400	35,204	61,607	88,010
	소계	114,712	115,450	116,187	116,925	117,662	118,400	163,525	198,957	236,010
합계 (신재생에너지 보급률)		423,115 (3%)	480,835 (3%)	542,574 (4%)	554,149 (4%)	562,695 (4%)	605,696 (5%)	825,116 (8%)	1,066,494 (12%)	1,258,638 (17%)

5) 전력자립률

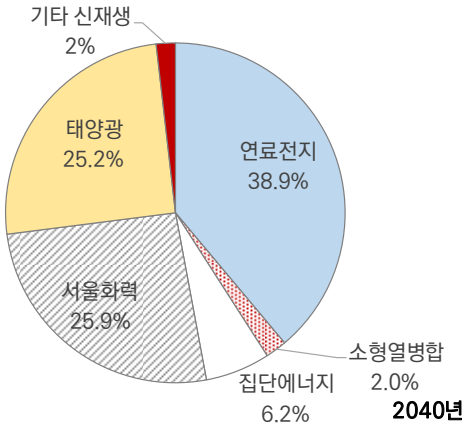
□ 2040년 전력자립률 35% 달성

○ 서울시의 전력자립률은 2030년 23%, 2040년 35%에 이를 것으로 전망됨

- 서울시의 전력생산량은 2030년에 12,061GWh, 2040년에 16,221GWh가 될 것으로 전망
- 발전원별로는 서울화력과 마곡 CHP를 포함한 화력의 비중이 가장 크지만 2035년에는 연료전지가 화력의 비중을 넘어서고 태양광이 뒤를 이을 것으로 전망됨
- 2040년 발전량 구성비는 연료전지 38.9%, 서울화력 25.9%, 태양광 25.2%로 전망되어 2030년에 비해 연료전지의 구성비는 높아지며 서울화력과 태양광의 기여도가 유사해짐



〈그림 42〉 발전원별 전력생산량 전망



〈그림 43〉 2040년 발전원별 구성비

〈표 25〉 발전원별 전력생산량 목표

(단위: GWh)

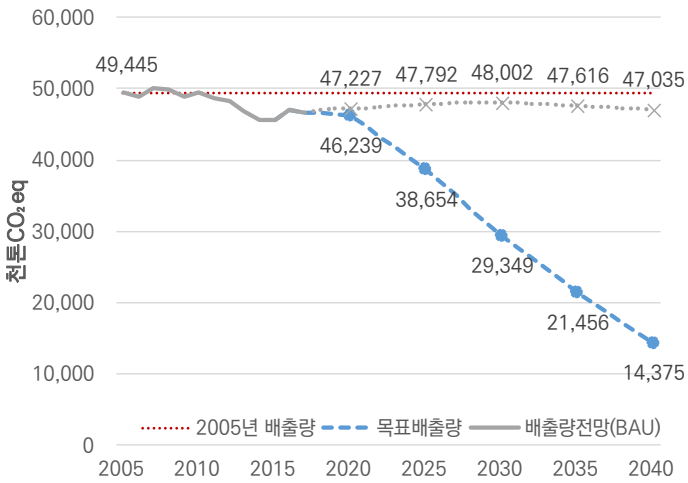
구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
태양광	681 (1.4%)	910 (1.8%)	1,186 (2.4%)	1,270 (2.5%)	1,360 (2.7%)	1,457 (2.9%)	2,055 (3.9%)	2,899 (5.8%)	4,088 (8.8%)
기타 재생에너지	2 (0.005%)	2 (0.005%)	2 (0.005%)	4 (0.009%)	5 (0.01%)	5 (0.01%)	32 (0.06%)	55 (0.11%)	65 (0.14%)
연료전지	1,616 (3.3%)	2,050 (4.1%)	2,483 (4.9%)	2,523 (4.9%)	2,523 (4.9%)	2,917 (5.6%)	4,257 (8.1%)	5,755 (11.5%)	6,307 (13.6%)
폐열활용	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.2%)
화력	4,292 (8.8%)	4,292 (8.7%)	4,292 (8.6%)	5,291 (10.6%)	5,291 (10.5%)	5,291 (10.4%)	5,488 (10.4%)	5,510 (11.0%)	5,532 (12.0%)
폐기물	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)
전력자립률	14%	15%	16%	18%	18%	19%	23%	29%	35%

6) 온실가스 배출량

□ **2040년 14,375천톤CO_2eq 배출 목표**

○ 앞서 제시한 수요관리 및 공급 목표를 달성하는 데 성공할 경우 온실가스 배출량은 지속적으로 감소해 2040년에는 2005년 대비 35,070천톤CO_2eq가 감축된 14,375천톤CO_2eq만을 배출할 것으로 전망

- 2005년 배출량 대비 2030년과 2040년 배출량은 각각 40%, 70% 감축



〈그림 44〉 온실가스 관리 목표

〈표 26〉 서울시 온실가스 배출량 관리 목표

(단위: 천톤CO_2eq)

연도	배출량 목표	2005년 대비 감축량	2005년 대비 감축률	BAU대비 감축량	BAU대비 감축률
2005	49,445	-	-	-	-
2020	46,239	3,206	6%	988	2%
2025	38,654	10,791	20%	9,1387	19%
2030	29,349	20,096	40%	18,653	39%
2035	21,456	27,989	55%	26,160	55%
2040	14,375	35,070	70%	32,660	69%

연 구 총 괄			조 항 문

(제1권) 제5차 서울특별시 지역에너지계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	유 정 민		황 인 창
	김 고 운		홍 상 연
	류 주 현		남 현 정
			이 성 옥
외 부 연 구 진		에너지경제연구원	오 세 신
		한양대학교	고 준 호
		녹색교통운동	송 상 석
		서울대학교 환경대학원	손 원 익
시민워크숍운영			
한국퍼실리테이터연합회	서 은 덕	코리아스픽스	이 병 덕
코리아스픽스	유 은 영	코리아스픽스	임 동 일
(제2권) 해외도시 에너지계획 사례			
서울대학교 환경대학원	김 혜 승		박 정 민
	타카노 사토시		리 금 강
(제3권) 서울시 수송부문 에너지 사용 현황			
		녹색교통운동	송 상 석
(제4권) 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	김 묵 한		유 정 민
	황 인 창		홍 상 연
	류 주 현		이 성 옥
외 부 연 구 진		경북대학교	허 태 욱
		서울대학교 환경대학원	손 원 익

연 구 자 문 단			
서울대학교 환경대학원	윤 순 진	동국대학교 다르마칼리지	박 진 희
한화큐셀&첨단소재	정 규 창	RE도시건축 연구소	추 소 연
녹색교통운동	송 상 석	기후변화행동연구소	박 현 정
녹색전환연구소	이 유 진	에너지기후정책연구소	한 재 각
경북대학교	진 상 현	지역에너지전환전국네트워크	류 홍 번

출판물명	제5차 서울특별시 지역에너지계획 요약보고서
판 사 항	초판 1쇄(2020년)
발 행 인	서울특별시장 박원순
발 행 처	서울특별시 기후환경본부
주 소	서울시 중구 덕수궁길 15
전 화	02-2133-3553
판매가격	비매품
발간등록번호	51-6110000-001220-13
ISBN	979-11-6161-930-9
	979-11-6161-927-9 (세트)
연구기관	서울연구원

본 제작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.

발 간 등 록 번 호
51-6110000-001220-13

제5차 서울특별시 지역에너지계획

2020~2040

서울특별시

서울연구원
The Seoul Institute

제 출 문

서울특별시장 귀하

본 보고서를 귀 시가 의뢰한 「서울시 지역에너지계획 2040 수립 학술용역」의 최종성과품으로 제출합니다.

2020년 2월

서울연구원 원장 서왕진

제5차
서울특별시 지역에너지계획

차례

1. 서론 ····· 3
가. 계획수립의 목적 ····· 3
나. 지역에너지계획과 대내외 여건 ····· 10

2. 제4차 지역에너지계획 성과 평가 ····· 23
가. 제4차 지역에너지계획 주요 내용 ····· 23
나. 현황 및 성과 평가 ····· 27

3. 에너지 및 온실가스 현황 분석 ····· 45
가. 에너지 영향요인 분석 ····· 45
나. 1차에너지 생산 및 공급 현황 ····· 54
다. 최종에너지 소비 현황 ····· 57
라. 온실가스 배출 현황 ····· 78

4. 에너지 수요 전망 ····· 83
가. 방법론과 자료 ····· 83
나. 에너지 수요 전망(BAU) ····· 88
다. 온실가스와 대기오염물질 배출량 전망(BAU) ····· 93

5. 시민참여를 통한 계획의 비전과 목표 설정 ····· 99
가. 시민참여형 에너지계획 수립 배경 및 목적 ····· 99
나. 서울에너지 시민워크숍 결과 ····· 104
다. 서울시 에너지계획의 비전과 목표 설정 ····· 124

6. 에너지 수요관리 계획 ····· 131
가. 에너지 수요관리 목표 ····· 131
나. 건물부문 에너지 수요관리 계획 ····· 134
다. 수요반응자원 확대 ····· 147
라. 시민참여 에너지 절약 ····· 149
마. 수송부문 에너지 수요관리 및 에너지 전환 ····· 152
바. 에너지 수요관리 지표 요약 ····· 164

7. 에너지 공급 계획 ····· 169
가. 친환경에너지 확대 ····· 169
나. 미활용에너지 발굴과 이용 ····· 178
다. 집단에너지 공급 확대 ····· 182
라. 전통적 화석에너지 및 전력 ····· 194
마. 주요 에너지 공급 지표 요약 ····· 201

8. 기타 에너지 대책 ····· 205
가. 에너지 복지 ····· 205
나. 서울시 수소경제 활성화 방안 ····· 224
다. 분산에너지자원과 에너지 신산업 ····· 227

9. 서울시 지역에너지계획 추진 로드맵 ····· 239
가. 계획의 주요 지표 ····· 239
나. 에너지 정책 추진 체계와 거버넌스 ····· 244
다. 연차별 추진 계획 ····· 246
라. 소요 비용 ····· 248

10. 정책 건의 ····· 257
가. 법 · 제도적 지원 방안 ····· 257
나. 재정적 지원 방안 ····· 266
다. 이행평가 방안 ····· 268

참고문헌 ····· 275

부록 ····· 281
부록 1. 주요 통계 자료 ····· 281
부록 2. 시민워크숍 사전 조사 및 워크숍 결과 ····· 285
부록 3. 서울에너지 시민기획단 명단 ····· 299

별책1 해외도시 에너지계획 사례

해외 주요 도시 사례 요약 ····· 1
TOKYO, JAPAN ····· 3
BEIJING, CHINA ····· 27
NEW YORK, UNITED STATES ····· 41
BERLIN, GERMANY ····· 69
LONDON, UNITED KINGDOM ····· 89
PARIS, FRANCE ····· 111
부록. PORTUGAL ····· 137

별책2 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석*

1. 서울시 주요 교통지표 현황 ····· 4
2. 서울시 수송부문 에너지 사용현황 ····· 13
3. 서울시 자동차 등록대수 및 주행거리 현황 ····· 28
4. 서울시 주요 교통지표 및 통계 변화의 시사점 ····· 58

지방녹색성장 추진계획

1. 서론 ····· 3
2. 대내외 여건과 주요 계획 ····· 13
3. 제2차 지방녹색성장 추진계획 성과 평가 ····· 41
4. 서울시 여건과 온실가스 현황 ····· 63
5. 지속가능한 에너지 체계 및 녹색성장 추진계획 ····· 95
6. 녹색산업 생태계 기반 조성 ····· 143
7. 미래상 및 기대효과 ····· 193

* 해당 별책은 전자파일 형태로만 제공함

표차례

〈표 1-1〉 에너지 수급 관련 법률 ····· 7
〈표 1-2〉 해외 주요 도시 온실가스 감축 목표 및 현황 ····· 12
〈표 1-3〉 해외 주요 도시 재생에너지 생산 목표 및 현황 ····· 12
〈표 1-4〉 부문별 최종에너지소비 절감 목표 ····· 16
〈표 1-5〉 에너지원별 최종에너지소비 절감 목표 ····· 16
〈표 2-1〉 수송부문 에너지 절감량(전력 외) ····· 25
〈표 2-2〉 신 · 재생에너지 중장기 보급목표(1차에너지 환산) ····· 26
〈표 2-3〉 가정용 친환경 콘덴싱 보일러 보급 현황 ····· 27
〈표 2-4〉 저녹스 버너 보급 현황 ····· 28
〈표 2-5〉 연도별 에코마일리지 회원 가입 현황 ····· 29
〈표 2-6〉 연도별 에코마일리지 에너지 절감 성과 ····· 29
〈표 2-7〉 서울시 취약계층 LED 보급 실적(2014 하반기~2018) ····· 29
〈표 2-8〉 민간부문 BRP 추진현황 ····· 30
〈표 2-9〉 공공부문 BRP 추진현황 ····· 30
〈표 2-10〉 버스 전용차로 운영 현황 ····· 31
〈표 2-11〉 서울시 자전거도로 및 주차시설 현황 ····· 32
〈표 2-12〉 서울시 공공자전거 확대 현황 ····· 32
〈표 2-13〉 서울시 전기차 보급현황 ····· 32
〈표 2-14〉 서울시 전기차 급속충전시설 현황 ····· 33
〈표 2-15〉 서울시 온실가스 배출 실적 ····· 36
〈표 2-16〉 연료전지 발전시설 현황 및 계획 ····· 42
〈표 3-1〉 서울시 도시기후 변화 비교 ····· 46
〈표 3-2〉 수도권 인구밀도 비교(2017) ····· 47
〈표 3-3〉 수도권 인구밀도 비교(2017) ····· 48
〈표 3-4〉 서울시 주택보급률 추이 ····· 49
〈표 3-5〉 지역내 총생산 ····· 50
〈표 3-6〉 서울시 산업구조의 변화(사업체 수 기준) ····· 51
〈표 3-7〉 서울시 주요 교통 통계 지표 ····· 51
〈표 3-8〉 연도별 1차에너지 생산량 ····· 54
〈표 3-9〉 1차에너지 공급량(2017) ····· 54
〈표 3-10〉 전국 신재생에너지 보급용량(발전) ····· 55
〈표 3-11〉 서울시 신재생에너지 시설 현황 ····· 55
〈표 3-12〉 연도별 신재생에너지 생산량 ····· 56

〈표 3-13〉 신재생에너지원별 생산량(2017) ····· 56
〈표 3-14〉 최종에너지 소비량 ····· 57
〈표 3-15〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 비율 ····· 57
〈표 3-16〉 서울시 에너지원별 사용량 변화 ····· 58
〈표 3-17〉 석탄 소비량 ····· 59
〈표 3-18〉 2005년 대비 석탄 소비량 비율 ····· 59
〈표 3-19〉 석유 소비량 ····· 60
〈표 3-20〉 2005년 대비 석유 소비량 비율 ····· 60
〈표 3-21〉 도시가스 소비량 ····· 61
〈표 3-22〉 2005년 대비 도시가스 소비량 비율 ····· 61
〈표 3-23〉 전력 소비량 ····· 61
〈표 3-24〉 2005년 대비 전력 소비량 비율 ····· 62
〈표 3-25〉 열에너지 소비량 ····· 62
〈표 3-26〉 2012년 대비 열에너지 소비량 비율 ····· 62
〈표 3-27〉 신재생 및 기타 소비량 ····· 63
〈표 3-28〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 비율 ····· 63
〈표 3-29〉 2005년 자치구별 최종에너지 소비량 ····· 68
〈표 3-30〉 2017년 자치구별 최종에너지 소비량 ····· 69
〈표 3-31〉 자치구별 최종에너지 소비량 증감 비교 ····· 70
〈표 3-32〉 서울시 부문별 최종에너지 사용량 변화 ····· 71
〈표 3-33〉 산업부문 에너지 소비 현황 ····· 72
〈표 3-34〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비 현황 ····· 72
〈표 3-35〉 수송부문 에너지 소비 현황 ····· 73
〈표 3-36〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비 현황 ····· 73
〈표 3-37〉 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황 ····· 75
〈표 3-38〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황 ····· 75
〈표 3-39〉 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황 ····· 76
〈표 3-40〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황 ····· 76
〈표 3-41〉 서울시 온실가스 부문별 배출현황 ····· 79
〈표 2-42〉 서울시 에너지 부문 온실가스 배출현황 ····· 79
〈표 4-1〉 에너지원-부문별 설명변수 ····· 85
〈표 4-2〉 주요 사회경제 지표 전망(BAU) ····· 86
〈표 4-3〉 인구와 가구 및 기온 관련 지표 전망(BAU) ····· 86
〈표 4-4〉 부문별 GRDP 전망(BAU) ····· 87
〈표 4-5〉 에너지 관련 지표 전망(BAU) ····· 87
〈표 4-6〉 부문별 에너지 수요 전망(BAU) ····· 90

〈표 4-7〉 에너지원별 수요 전망(BAU) ····· 92
〈표 4-8〉 서울시 온실가스 배출량 전망(BAU) ····· 94
〈표 4-9〉 에너지부문 대기오염물질 배출량 전망(BAU) ····· 95
〈표 5-1〉 서울에너지 시민워크숍 추진일정 ····· 104
〈표 5-2〉 서울에너지 시민기획단 신청자 분포 ····· 105
〈표 5-3〉 최종 선정된 서울에너지 시민기획단 분포 ····· 106
〈표 5-4〉 서울에너지 시민워크숍 개요 ····· 115
〈표 6-1〉 에너지 수요관리 총괄표 ····· 131
〈표 6-2〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 제외) ····· 133
〈표 6-3〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 포함) ····· 133
〈표 6-4〉 서울시 공공건물 에너지진단 의무 대상 건물 ····· 134
〈표 6-5〉 서울시 에너지다소비건물 현황 ····· 136
〈표 6-6〉 지역별 건축물 부위의 열관류율
(건축물의 에너지절약설계기준, 2017년 이전) ····· 139
〈표 6-7〉 지역별 건축물 부위의 열관류율
(건축물의 에너지절약설계기준, 2017년 개정안) ····· 140
〈표 6-8〉 건축물 에너지효율등급 ····· 141
〈표 6-9〉 신재생에너지 연도별 설치비율 ····· 141
〈표 6-10〉 환경영향평가 에너지관련 심의 기준 변화(2014~2019) ····· 142
〈표 6-11〉 건축물에너지효율등급 강화를 통한 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 143
〈표 6-12〉 공공건물 최종에너지 절감 목표 ····· 144
〈표 6-13〉 사회복지시설 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 144
〈표 6-14〉 공공임대주택 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 145
〈표 6-15〉 에너지다소비 사업장 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 146
〈표 6-16〉 상업용 건물 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 146
〈표 6-17〉 민간 주택 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 146
〈표 6-18〉 시장 운영에 따른 수요반응시장의 종류 ····· 147
〈표 6-19〉 수요반응자원 활용을 통한 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 148
〈표 6-20〉 개인 회원 에너지 절감률 범위에 따른 인센티브 지급 ····· 149
〈표 6-21〉 미세먼지 시즌제 특별 포인트 제도 ····· 149
〈표 6-22〉 에코마일리지 최종에너지 소비 절감 목표 ····· 150
〈표 6-23〉 주행거리 감축 마일리지 지급 기준 ····· 156
〈표 6-24〉 승용차 마일리지제 교통량 감축 효과 ····· 157
〈표 6-25〉 단계별 나눔카 사업 추진목표 ····· 158
〈표 6-26〉 대중교통 주요 성과목표 ····· 160
〈표 6-27〉 서울시 및 산하기관 차량보유 현황 ····· 162

〈표 6-28〉 서울시 전기차 연도별 보급계획 ····· 162
〈표 6-29〉 서울시 친환경차량 구매보조금 지원금액 ····· 162
〈표 6-30〉 서울시 전기차 충전기 확충 계획 ····· 163
〈표 6-31〉 건물부문 에너지 수요관리 절감 목표 ····· 164
〈표 6-32〉 수송부문 에너지 수요관리 절감 목표 ····· 164
〈표 7-1〉 서울시 신재생에너지 생산가능 잠재량 ····· 169
〈표 7-2〉 태양광 보급 용량 목표 및 에너지 절감량 ····· 170
〈표 7-3〉 열병합발전의 환경적 · 경제적 편익에 관한 연구 ····· 172
〈표 7-4〉 서울시 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황 ····· 173
〈표 7-5〉 서울시 소수력 운영 현황(2018) ····· 173
〈표 7-6〉 소수력 용량 목표 및 에너지 절감량 ····· 174
〈표 7-7〉 소규모 풍력발전기 설치현황 ····· 175
〈표 7-8〉 노원자원회수시설 용량 목표 및 에너지 절감량 ····· 176
〈표 7-9〉 발전용 연료전지 용량 목표 및 에너지 절감량 ····· 177
〈표 7-10〉 건물형 연료전지 용량 목표 및 에너지 절감량 ····· 177
〈표 7-11〉 물재생센터별 하수열 현황 ····· 178
〈표 7-12〉 지역별 하천수열 생산잠재량(1단계 정수장, 취수장) ····· 178
〈표 7-13〉 지역별 하천수열 생산잠재량(2단계 한강주변) ····· 178
〈표 7-14〉 롯데월드 타워 원수관 활용 히트펌프 시스템 ····· 179
〈표 7-15〉 유출지하수 이용생산 잠재량 ····· 179
〈표 7-16〉 집단에너지 연계 가능 열원별 부존량 및 잠재량 ····· 180
〈표 7-17〉 집단에너지 사업자 공급현황 ····· 184
〈표 7-18〉 서울시 소재 집단에너지 사업장별 설비용량 ····· 184
〈표 7-19〉 전력생산 온실가스 저감 효과 ····· 185
〈표 7-20〉 열 생산 온실가스저감 효과 ····· 185
〈표 7-21〉 전력생산 대기오염물질 배출량 ····· 185
〈표 7-22〉 열생산 대기오염물질 배출량 ····· 186
〈표 7-23〉 권역별 정비사업 개수 및 예상 연면적(㎡) ····· 187
〈표 7-24〉 기존공급지역의 단기수요(2022년) 예측 ····· 189
〈표 7-25〉 연도별 신규 누적 연결열부하(난방) ····· 189
〈표 7-26〉 연도별 신규 열부하 누적을 포함한 최대 예상 열부하와 설비용량
(한국지역난방공사 공급구역 기준) ····· 191
〈표 7-27〉 2028년 기준 열연계 가능 시설용량 검토 ····· 193
〈표 7-28〉 서울시 송유관 건설현황(2017) ····· 194
〈표 7-29〉 수도권 사업자별 대리점 현황(2017) ····· 194
〈표 7-30〉 수도권 사업자별주유소 현황(2017) ····· 195

〈표 7-31〉 서울시 석유판매업소 현황(2017) ····· 195
〈표 7-32〉 서울시 전력설비 현황(2019) ····· 196
〈표 7-33〉 변전설비 현황(2018) ····· 197
〈표 7-34〉 도시가스 공급 보급률(2018) ····· 197
〈표 7-35〉 연도별 도시가스 수요가수(2018) ····· 198
〈표 7-36〉 연도별 용도별 도시가스 공급량(2018) ····· 198
〈표 7-37〉 도시가스 사업자별 배관실적(2018) ····· 199
〈표 7-38〉 도시가스 사업자별 배관계획 ····· 199
〈표 7-39〉 도시가스 사업자별 보급률 전망 ····· 200
〈표 7-40〉 신재생에너지 생산 목표(등가1차에너지) ····· 201
〈표 7-41〉 분산형전원과 전력생산량 목표 ····· 202
〈표 8-1〉 국내 에너지복지 사업 ····· 210
〈표 8-2〉 주 난방시설 ····· 211
〈표 8-3〉 보조 난방시설 ····· 211
〈표 8-4〉 냉방기기 ····· 212
〈표 8-5〉 주 취사연료 ····· 212
〈표 8-6〉 보조 취사연료 ····· 212
〈표 8-7〉 가전제품 및 조명기구 보급률 및 사용시간 비교 ····· 213
〈표 8-8〉 서울시 저소득가구 에너지비용 지출 ····· 214
〈표 8-9〉 냉·난방 에너지 부족 경험 ····· 215
〈표 8-10〉 폭염이나 한파로 인한 병원 방문 경험 및 의료비 지출액 ····· 215
〈표 8-11〉 희망하는 에너지 복지관련 정책 ····· 216
〈표 8-12〉 가구특성에 따른 에너지비용 비율 ····· 217
〈표 8-13〉 가구특성에 따른 에너지빈곤 비율(총소득 대비) ····· 220
〈표 8-14〉 가구특성에 따른 에너지빈곤 비율(월세 차감 후 소득 대비) ····· 220
〈표 8-15〉 미국 CCA 현황 ····· 230
〈표 8-16〉 지역난방 방식의 구분 ····· 232
〈표 9-1〉 1인당 에너지 소비 및 에너지원단위 목표 ····· 240
〈표 9-2〉 에너지 수요관리 절감량 목표 ····· 241
〈표 9-3〉 신재생에너지 생산 목표(최종에너지) ····· 242
〈표 9-4〉 발전원별 전력생산량 목표 ····· 243
〈표 9-5〉 서울시 온실가스 배출량 관리 목표 ····· 243
〈표 9-6〉 수요관리 중장기 사업계획 ····· 246
〈표 9-7〉 에너지 공급 중장기 사업계획 ····· 246
〈표 9-8〉 수요관리 중장기 사업계획별 에너지 절감량 ····· 247
〈표 9-9〉 에너지 공급 사업계획별 에너지 생산량 ····· 247

〈표 9-10〉 에너지 수요관리부문 사업별 소요 비용 ····· 249
〈표 9-11〉 에너지 공급부문 사업별 소요 비용 ····· 252
〈표 9-12〉 부문별 소요 비용 ····· 253
〈표 10-1〉 에너지다소비건물과 가정용 전기사용량 비교 ····· 262
〈표 10-2〉 전력산업기반기금 여유재원 누적액 ····· 266
〈표 부록-1〉 지역별 1차에너지 생산(2017년) ····· 281
〈표 부록-2〉 지역별 신·재생에너지 생산량(2017년) ····· 281
〈표 부록-3〉 지역별 신·재생에너지 보급용량(2017년) ····· 282
〈표 부록-4〉 지역별 신·재생에너지 보급용량(계속) ····· 282
〈표 부록-5〉 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2005년) ····· 283
〈표 부록-6〉 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2017년) ····· 283
〈표 부록-7〉 지역별 부문별 최종에너지 소비(2005년) ····· 284
〈표 부록-8〉 지역별 부문별 최종에너지 소비(2017년) ····· 284
〈표 부록-9〉 시민이 제안하는 정책 투표 결과 ····· 296

그림차례

〈그림 1-1〉 2017년 세계 에너지원별 에너지 생산 연평균 변화율 ····· 13
〈그림 1-2〉 2017년 지역별 총에너지생산 비중 ····· 13
〈그림 1-3〉 2017년 에너지원별 최대 에너지 생산국 ····· 13
〈그림 1-4〉 세계 에너지원별 1차에너지 공급 ····· 14
〈그림 1-5〉 세계 전력 생산 믹스 ····· 14
〈그림 1-6〉 세계 부문별 최종에너지 소비 비중 ····· 14
〈그림 1-7〉 세계 지역별 최종에너지 소비 ····· 14
〈그림 2-1〉 제4차 지역에너지계획 최종에너지 소비량 목표 ····· 23
〈그림 2-2〉 제4차 지역에너지계획 온실가스 감축량 목표 ····· 23
〈그림 2-3〉 제4차 지역에너지계획 신재생에너지 이용률 목표 ····· 23
〈그림 2-4〉 제4차 지역에너지계획 전력자립률 목표 ····· 23
〈그림 2-5〉 가정부문 2018년 에너지 절감 목표 ····· 24
〈그림 2-6〉 상업건물 2018년 에너지 절감 목표 ····· 24
〈그림 2-7〉 공공건물 2018년 에너지 절감 목표 ····· 24
〈그림 2-8〉 서울시 부문별 최종에너지 소비 ····· 27
〈그림 2-9〉 서울시 최종에너지 목표 대비 실적 ····· 27
〈그림 2-10〉 친환경 고효율보일러 목표 및 보급 실적 ····· 28
〈그림 2-11〉 취약계층 LED 무상교체 목표 및 보급 실적 ····· 29
〈그림 2-12〉 공공부문 LED 목표 및 보급 실적 ····· 31
〈그림 2-13〉 주요 지자체 및 전국 최종에너지 소비 ····· 33
〈그림 2-14〉 서울시 1일 교통수단별 통행 현황 ····· 35
〈그림 2-15〉 서울시 온실가스 감축 목표 및 배출량 ····· 36
〈그림 2-16〉 서울시 온실가스 부문별 배출 비중(2017) ····· 37
〈그림 2-17〉 서울시 에너지부문 온실가스 배출 비중(2017) ····· 37
〈그림 2-18〉 주요 국가 온실가스 배출 추이 ····· 37
〈그림 2-19〉 주요 지자체 및 전국 온실가스 배출 추이 ····· 37
〈그림 2-20〉 전력수요 목표 및 실적 ····· 38
〈그림 2-21〉 서울시 전력생산 목표 및 실적 ····· 38
〈그림 2-22〉 2011년 대비 주요 광역지자체 및 전국 전력 수요 변화 ····· 39
〈그림 2-23〉 월 평균 온도에 따른 총 발전량 변화 ····· 39
〈그림 2-24〉 서울시 월별 전력소비량 비교 ····· 39
〈그림 2-25〉 신재생에너지 설치용량 목표 대비 성과 ····· 40
〈그림 2-26〉 신재생에너지 생산량 목표 대비 성과 ····· 40

〈그림 2-27〉 서울시 신재생에너지 목표 및 실적 ····· 41
〈그림 2-28〉 서울시 신재생에너지 구성 ····· 41
〈그림 2-29〉 서울시 부문별 태양광 발전시설 보급현황 ····· 41
〈그림 2-30〉 서울시 태양광 보급현황 및 '태양의 도시, 서울' 목표 ····· 41
〈그림 3-1〉 서울의 지형 ····· 45
〈그림 3-2〉 서울시 기온 변화(1961~2017) ····· 46
〈그림 3-3〉 전국 시도별 인구 비율 ····· 47
〈그림 3-4〉 서울시 인구수 및 세대당 인구 ····· 48
〈그림 3-5〉 서울의 인구 및 인구밀도 변화 ····· 49
〈그림 3-6〉 서울시 차종별 자동차 등록대수(2008-2018) ····· 52
〈그림 3-7〉 2018년 서울시 차종별 구성비 ····· 52
〈그림 3-8〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화 ····· 52
〈그림 3-9〉 서울시 승용차 일평균 주행거리 변화 ····· 53
〈그림 3-10〉 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화 ····· 53
〈그림 3-11〉 전국 신재생에너지 생산량 ····· 56
〈그림 3-12〉 서울 신재생에너지 생산량 ····· 56
〈그림 3-13〉 최종에너지 소비량 변화 ····· 57
〈그림 3-14〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화 ····· 57
〈그림 3-15〉 국가 에너지원별 소비량 변화 ····· 58
〈그림 3-16〉 서울 에너지원별 소비량 변화 ····· 58
〈그림 3-17〉 전국 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017) ····· 58
〈그림 3-18〉 서울 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017) ····· 58
〈그림 3-19〉 석탄 소비량 변화 ····· 59
〈그림 3-20〉 2005년 대비 석탄 소비량 변화 ····· 59
〈그림 3-21〉 석유 소비량 변화 ····· 60
〈그림 3-22〉 2005년 대비 석유 소비량 변화 ····· 60
〈그림 3-23〉 도시가스 소비량 변화 ····· 60
〈그림 3-24〉 2005년 대비 도시가스 소비량 변화 ····· 60
〈그림 3-25〉 전력 소비량 변화 ····· 61
〈그림 3-26〉 2005년 대비 전력 소비량 변화 ····· 61
〈그림 3-27〉 열 소비량 변화 ····· 62
〈그림 3-28〉 2012년 대비 열 소비량 변화 ····· 62
〈그림 3-29〉 신재생 및 기타 소비량 변화 ····· 63
〈그림 3-30〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 변화 ····· 63
〈그림 3-31〉 서울시 월별 최종에너지 소비량(2016~2017) ····· 64
〈그림 3-32〉 서울시 월별 전력 소비량(2013~2017) ····· 64

〈그림 3-33〉 서울시 월별 도시가스 소비량(2013~2017) ····· 64
〈그림 3-34〉 서울시 월별 지역난방 소비량(2013~2017) ····· 64
〈그림 3-35〉 자치구별 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화율 ····· 65
〈그림 3-36〉 자치구별 2005년 대비 석유 소비량 변화율 ····· 66
〈그림 3-37〉 자치구별 2005년 대비 전력 소비량 변화율 ····· 66
〈그림 3-38〉 자치구별 2005년 대비 가스 · 열 소비량 변화율 ····· 67
〈그림 3-39〉 국가 부문별 최종에너지 소비량 변화 ····· 71
〈그림 3-40〉 서울 부문별 최종에너지 소비량 변화 ····· 71
〈그림 3-41〉 전국 최종에너지소비 부문별 비율(2017) ····· 71
〈그림 3-42〉 서울 최종에너지소비 부문별 비율(2017) ····· 71
〈그림 3-43〉 산업부문 에너지 소비량 변화 ····· 72
〈그림 3-44〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비량 변화 ····· 72
〈그림 3-45〉 수송부문 에너지 소비량 변화 ····· 73
〈그림 3-46〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비량 변화 ····· 73
〈그림 3-47〉 서울시 수송부문 에너지 소비량 변화 ····· 74
〈그림 3-48〉 서울시 수송부문 에너지 소비비중(2017년) ····· 74
〈그림 3-49〉 서울시 연료별 자동차 등록대수 ····· 74
〈그림 3-50〉 서울시 연료별 자동차 구성비(2018년) ····· 74
〈그림 3-51〉 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화 ····· 75
〈그림 3-52〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화 ····· 75
〈그림 3-53〉 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화 ····· 76
〈그림 3-54〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화 ····· 76
〈그림 3-55〉 서울시 가정용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 77
〈그림 3-56〉 서울시 공공용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 77
〈그림 3-57〉 서울시 서비스용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 77
〈그림 3-58〉 서울시 산업용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 77
〈그림 3-59〉 서울시 건축물 면적별 에너지 사용량 ····· 77
〈그림 3-60〉 서울시 건축물 에너지원별 사용량 ····· 77
〈그림 3-61〉 서울시 온실가스 배출량 변화 ····· 78
〈그림 3-62〉 서울시 부문별 온실가스 배출량 변화 ····· 80
〈그림 4-1〉 최종에너지 수요 전망(BAU) ····· 88
〈그림 4-2〉 에너지 집약도 전망(BAU) ····· 89
〈그림 4-3〉 1인당 에너지소비량 전망(BAU) ····· 89
〈그림 4-4〉 부문별 에너지 수요(BAU) ····· 89
〈그림 4-5〉 최종에너지 수요 부문별 비중 변화 ····· 90
〈그림 4-6〉 에너지원별 수요 전망(BAU) ····· 91

〈그림 4-7〉 에너지원별 비중 변화 ····· 92
〈그림 4-8〉 온실가스 배출 변화 전망(BAU) ····· 93
〈그림 4-9〉 직접배출과 간접배출 전망(BAU) ····· 94
〈그림 5-1〉 워크숍 참가자 참여 동기 분석 ····· 107
〈그림 5-2〉 원전하나줄이기 인지도 ····· 108
〈그림 5-3〉 연령대별 원전하나줄이기 인지도 ····· 108
〈그림 5-4〉 원전하나줄이기 만족도 ····· 108
〈그림 5-5〉 연령대별 원전하나줄이기 만족도 ····· 108
〈그림 5-6〉 '태양의 도시, 서울' 인지도 ····· 109
〈그림 5-7〉 연령대별 '태양의 도시, 서울' 인지도 ····· 109
〈그림 5-8〉 '태양의 도시, 서울' 만족도 ····· 109
〈그림 5-9〉 연령대별 '태양의 도시, 서울' 만족도 ····· 109
〈그림 5-10〉 베란다형 미니태양광 설치여부 ····· 110
〈그림 5-11〉 연령대별 베란다형 미니태양광 설치여부 ····· 110
〈그림 5-12〉 베란다형 미니태양광 설치 만족도 ····· 110
〈그림 5-13〉 연령대별 베란다형 미니태양광 설치 만족도 ····· 110
〈그림 5-14〉 베란다형 미니태양광을 설치하지 않은 이유 ····· 111
〈그림 5-15〉 연령대별 베란다형 미니태양광을 설치하지 않은 이유 ····· 111
〈그림 5-16〉 에코마일리지 회원 여부 및 현황 확인 여부 ····· 112
〈그림 5-17〉 연령대별 에코마일리지 회원 여부 및 현황 확인 여부 ····· 112
〈그림 5-18〉 서울시가 에너지 문제를 중시해야 하는 이유(1순위) ····· 112
〈그림 5-19〉 서울시가 에너지 문제를 중시해야 하는 이유(2순위) ····· 113
〈그림 5-20〉 국제사회 합의 인지 여부 ····· 113
〈그림 5-21〉 연령대별 국제사회 합의 인지 여부 ····· 113
〈그림 5-22〉 지구 평균기온 상승 1.5℃ 이내 억제 노력에 서울시 동참에 관한 의견 ··· 114
〈그림 5-23〉 워크숍 참가자의 2040년 서울 에너지 미래 전망 ····· 114
〈그림 5-24〉 '원전 하나 줄이기' 정책 인지도 조사 결과 ····· 116
〈그림 5-25〉 '태양의 도시, 서울' 정책 인지도 조사 결과 ····· 116
〈그림 5-26〉 에너지 정책 현안 조사 결과 ····· 117
〈그림 5-27〉 국제사회의 평균 기온상승 1.5℃ 억제 합의 인식 조사 결과 ····· 117
〈그림 5-28〉 에너지 및 기후변화 미래상 인식 조사 결과 ····· 118
〈그림 5-29〉 시나리오 전략 투표 결과 ····· 120
〈그림 5-30〉 시나리오 우선순위 응답률 ····· 120
〈그림 5-31〉 시민이 뽑은 핵심 에너지사업 투표 결과 ····· 122
〈그림 5-32〉 서울 에너지 시민 워크숍 현장 ····· 123
〈그림 5-33〉 비전과 목표 체계 ····· 125

〈그림 5-34〉 에너지 소비량 절감 목표 ····· 126
〈그림 5-35〉 신재생 에너지 보급률 목표 ····· 126
〈그림 5-36〉 전력자립률 목표 ····· 126
〈그림 5-37〉 온실가스 배출량 감축 목표 ····· 126
〈그림 5-38〉 4차와 5차 계획 총 에너지소비 목표 비교 ····· 127
〈그림 5-39〉 4차와 5차 계획 총 전력소비 목표 비교 ····· 127
〈그림 5-40〉 4차와 5차 계획 온실가스 배출량 목표 비교 ····· 127
〈그림 6-1〉 최종에너지 기준 전망과 목표 수요 ····· 132
〈그림 6-2〉 에너지 수요관리 부문별 목표 ····· 132
〈그림 6-3〉 2040년 에너지 수요관리 목표 부문별 비중 ····· 132
〈그림 6-4〉 지역별 에너지다소비사업장 수(2018) ····· 135
〈그림 6-5〉 지역별 에너지다소비사업장 에너지 사용량(2018) ····· 135
〈그림 6-6〉 지역별 에너지다소비사업장 용도별 비중 ····· 136
〈그림 6-7〉 지역별 에너지다소비건물 에너지 소비량 비율 ····· 136
〈그림 6-8〉 서울시 건물에너지다소비건물 개수 및 에너지사용량 추이 ····· 137
〈그림 6-9〉 정부 제로에너지건축물 의무화 세부 로드맵 수정 ····· 138
〈그림 6-10〉 건물에너지 효율 개선을 위한 공공 중간조직 운영(안) ····· 138
〈그림 6-11〉 에너지자립마을 사업 구조 ····· 151
〈그림 6-12〉 서울특별시 도시교통정비 기본계획의 교통정책 패러다임의 중심이동 ·· 152
〈그림 6-13〉 서울특별시 도시교통정비 기본계획의 교통정책 비전 및 정책방향 · 153
〈그림 6-14〉 서울시 전기차 시대 선언문 비전 ····· 154
〈그림 6-15〉 기업체 수요관리 사업 개선방향 ····· 155
〈그림 6-16〉 승용차 마일리지제 가입자 주행거리 변화 ····· 156
〈그림 6-17〉 서울시 나눔카 대여지점 현황 ····· 158
〈그림 6-18〉 Parking in-lieu fee 제도 ····· 159
〈그림 6-19〉 보도형 CRT 개념도 ····· 161
〈그림 6-20〉 BMW 마일리지 프로젝트 개념도 ····· 161
〈그림 6-21〉 2040년 수요관리 절감량 목표 ····· 165
〈그림 6-22〉 수요관리 비중 변화 ····· 165
〈그림 6-23〉 건물부문 수요관리 비중 변화 ····· 165
〈그림 6-24〉 수송부문 수요관리 비중 변화 ····· 165
〈그림 7-1〉 태양광 REC 가격과 SMP 동향 ····· 171
〈그림 7-2〉 수평축 풍력 터빈 ····· 174
〈그림 7-3〉 수직축 풍력 터빈 ····· 174
〈그림 7-4〉 서울시 미활용에너지 열원별 위치 ····· 180
〈그림 7-4〉 서울시 미활용에너지 열원별 위치 ····· 181

〈그림 7-5〉 서울시 최종에너지소비량 ····· 182
〈그림 7-6〉 서울시 도시가스 및 지역난방 소비량 ····· 182
〈그림 7-7〉 서울시 주요 에너지 소비량 ····· 182
〈그림 7-8〉 업무용 에너지 소비량 ····· 182
〈그림 7-9〉 서울시 공급배관망(한국지역난방공사, 서울에너지공사) ····· 183
〈그림 7-10〉 정비사업 연차별 예상 연면적 ····· 187
〈그림 7-11〉 주택 및 도시환경 정비사업 개수 및 연면적 ····· 188
〈그림 7-12〉 서울시 권역별 정비사업 단계별 위치도 ····· 188
〈그림 7-13〉 권역별 신규 열부하 분포 ····· 190
〈그림 7-14〉 서울시 집단에너지 설비 과부족 ····· 190
〈그림 7-15〉 서울시 집단에너지 동절기 열 공급 흐름도 ····· 192
〈그림 7-16〉 대규모 신설 및 대체 CHP ····· 193
〈그림 7-17〉 전국 송유관 네트워크 ····· 194
〈그림 7-18〉 목표 연도별 에너지믹스 ····· 201
〈그림 7-19〉 2040년 에너지믹스 ····· 201
〈그림 8-1〉 에너지 복지 정책 사례 ····· 209
〈그림 8-2〉 소득과 에너지비용 비율의 비선형 관계 ····· 218
〈그림 8-3〉 소득 대비 에너지비용 비율 분포(빈도) ····· 218
〈그림 8-4〉 전국 가구와의 비교(총 소득 대비) ····· 219
〈그림 8-5〉 전국 가구와의 비교(임대료 차감 후 소득 대비) ····· 219
〈그림 8-6〉 매립가스 이용 제조식 '상암 수소스테이션' ····· 225
〈그림 8-7〉 현대자동차(주) 저장식 '양재 그린스테이션' ····· 225
〈그림 8-8〉 수소차 선도도시, 서울 추진 비전 체계 ····· 225
〈그림 8-9〉 국가별 소규모 태양광의 발전비용과 가정전기요금과의 비교 ····· 227
〈그림 8-10〉 태양광 직접투자비 추산 ····· 228
〈그림 8-11〉 태양광 균등화 발전비용 ····· 228
〈그림 8-12〉 재생에너지 성장 전망(2019~2024) ····· 229
〈그림 8-13〉 소규모 · 분산형 태양광 전망 및 잠재량 ····· 229
〈그림 8-14〉 국내 태양광 설치 현황(2006~2018) ····· 229
〈그림 8-15〉 2018년 용량별 태양광 누적 보급용량 ····· 229
〈그림 8-16〉 국내 태양광 발전소 개수 ····· 230
〈그림 8-17〉 국내 발전원별 용량 비중 ····· 230
〈그림 8-18〉 가상발전소의 자원과 시장 형태 ····· 231
〈그림 8-19〉 ExxonMobile 전기차 전망 변화 ····· 233
〈그림 8-20〉 V2G 개념도 ····· 234
〈그림 9-1〉 서울시 1인당 에너지 소비량 전망 ····· 239

〈그림 9-2〉 서울시 에너지원단위 전망 ····· 239
〈그림 9-3〉 에너지 목표수요와 절감률 ····· 240
〈그림 9-4〉 BAU 대비 에너지 절감량 목표 ····· 240
〈그림 9-5〉 2025년과 2040년 수요관리 절감량 목표 ····· 241
〈그림 9-6〉 신재생에너지 보급률 전망 ····· 241
〈그림 9-7〉 2040년 신재생에너지 에너지 믹스 목표 ····· 241
〈그림 9-8〉 발전원별 전력생산량 전망 ····· 242
〈그림 9-9〉 2040년 발전원별 구성비 ····· 242
〈그림 9-10〉 온실가스 관리 목표 ····· 243
〈그림 9-11〉 에너지정책위원회 구성 ····· 245
〈그림 10-1〉 동부간선도로 상계구간에 설치된 태양광 일체형 방음터널 ····· 258
〈그림 10-2〉 기후변화기금 지출사업비 규모 변화 ····· 267
〈그림 부록-1〉 에너지 관련 소비현황 인식 조사결과 ····· 288
〈그림 부록-2〉 전기 소비량 인식 ····· 288
〈그림 부록-3〉 연령대별 전기 소비량 인식 ····· 288
〈그림 부록-4〉 에너지소비효율등급 고려 정도 ····· 289
〈그림 부록-5〉 연령대별 에너지소비효율등급 고려 정도 ····· 289
〈그림 부록-6〉 자동차 연료 소비량 인지도 ····· 289
〈그림 부록-7〉 연령대별 자동차 연료 소비량 인지도 ····· 289

제 1 장
서 론

가. 계획수립의 목적

나. 지역에너지 계획과 대내외 여건

01 서론

가. 계획수립의 목적

1) 계획수립의 배경과 필요성

□ 에너지 정책에서 국가와 지역 간 협력의 중요성 증대

○ 제3차 국가에너지기본계획이 수립됨에 따라 이와 연계하여 지역에너지계획 수립 시기 도래

○ 정부의 재생에너지 3020 정책추진으로 지역차원의 협력을 고려한 계획수립의 필요성 증대

□ 법정계획으로서 지역에너지계획 계획수립 시기 도래

○ 녹색성장기본법

- 법 제9조에 의거하여 정부는 국가의 저탄소 녹색성장을 위한 정책목표 · 추진전략 · 중점추진과제 등을 포함하는 저탄소 녹색성장 국가전략을 수립 · 시행하여야 하며, 저탄소녹색성장국가전략에는 기후변화대응 정책, 에너지 정책 및 지속가능발전 정책에 관한 사항이 포함되어야 함
- 시행령 제7조에 따라 국가전략 및 5개년 계획이 수립되거나 변경되면 광역자치단체장은 저탄소녹색성장국가전략과 연계하여 지방자치단체의 특성을 반영한 지방녹색성장 추진계획을 5년 단위로 수립하여야 함
- 법 제41조에 따라 정부는 에너지정책의 기본원칙에 따라 20년을 계획기간으로 하는 에너지기본계획을 5년마다 수립 · 시행하여야 함

○ 에너지법

- 법 제4조에 따라 국가는 안정적이고 효율적이며 환경친화적인 에너지 수급(需給) 구조를 실현하기 위한 에너지 정책 및 에너지 관련 계획을 수립 · 시행하여야 하며, 지방자치단체는 지역에너지시책을 수립 · 시행하여야 함
- 법 제7조에 따라 광역지방자치단체장은 관할 구역의 지역적 특성을 고려하여 「저탄소 녹색성장 기본법」 제41조에 따른 에너지기본계획의 효율적인 달성과 지역경제의 발전을 위한 지역에너지계획을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 수립 · 시행하여야 함

□ 서울시 에너지 정책을 추진할 계획 마련 필요

○ 원전하나줄이기

- 원전하나줄이기 1단계는 2014년 상반기에 정책목표인 200만TOE를 달성. 2단계인 에너지 살림도시는 2020년까지 전력자립률 20% 달성을 목표로 함

- 원전하나줄이기 핵심사업과 지역에너지계획의 주요 사업 간 긴밀한 연관성이 있으며 2단계 목표달성과 더불어 원전하나줄이기 이후의 에너지 정책 방향 설정이 필요

○ 기후변화 대응을 위한 서울의 약속

- 온실가스 감축의 실질적 이행과 기후변화 대응의 주체로서 도시의 역할이 강조되고 있는 가운데 ICLEI 세계총회 개최도시로서 서울의 책임을 인식하고 기후변화 대응을 위한 서울시민의 실천의지를 천명하기 위하여 '기후변화 대응을 위한 서울의 약속'을 발표
- 2005년 대비 온실가스 배출량 2020년까지 25% 감축, 2030년까지 40% 감축을 통한 저탄소 에너지 고효율 도시 실현 목표의 달성을 위해 현황에 맞는 체계적이며 종합적 계획 필요
- 지금까지의 에너지 정책 기조를 잇고 나아가 2040년까지의 에너지 정책 전망의 필요성이 있음

□ 에너지수급 관련 법률과 지방자체단체의 역할

○ 녹색건축물 조성 지원법과 에너지 소비 총량

- 법 제11조에 따라 시·도지사는 대통령령으로 정하는 바에 따라 관할 지역의 건축물에 대하여 에너지 소비 총량을 설정하고 관리할 수 있음
- 동법 시행령 제8조에 따라 시·도지사는 관할 지역의 건축물에 대하여 기본계획 및 조성계획에서 정하는 목표량의 범위에서 관할 지역 건축물의 에너지 소비 총량을 설정하여 관리할 수 있음

○ 에너지이용합리화법과 온실가스의 배출량 감축

- 법 제3조에 따라 정부는 에너지의 수급안정과 합리적이고 효율적인 이용을 도모하고 이를 통한 온실가스의 배출을 줄이기 위한 기본적이고 종합적인 시책을 강구하고 시행하여야 하며, 지방자치단체는 관할 지역의 특성을 고려하여 국가에너지정책의 효과적인 수행과 지역경제의 발전을 도모하기 위한 지역에너지시책을 강구하고 시행하여야 함
- 또한, 에너지사용자와 에너지공급자는 국가나 지방자치단체의 에너지시책에 적극 참여하고 협력하여야 하며, 에너지의 생산·전환·수송·저장·이용 등에서 그 효율을 극대화하고 온실가스의 배출을 줄이도록 노력하여야 함
- 법 제8조에 따라 국가·지방자치단체 등은 에너지를 효율적으로 이용하고 온실가스 배출을 줄이기 위하여 필요한 조치를 추진하여야 함

○ 집단에너지사업법과 분산형전원

- 이 법은 분산형전원으로서의 집단에너지공급을 확대하고, 집단에너지사업을 합리적으로 운영하며, 집단에너지시설의 설치·운용 및 안전에 관한 사항을 정함으로써 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」에 능동적으로 대응하고 에너지 절약과 국민생활의 편익증진에 이바지함을 목적으로 함
- 법 제4조에 따라 중앙행정기관, 지방자치단체, 공기업 또는 공공단체의 장은 개발사업에 관한 계획을 수립하려면 산업통상자원부장관과 집단에너지의 공급 타당성에 관한 협의를 하여야 함
- 법 제5조에 따라 산업통상자원부장관은 집단에너지공급대상지역을 지정하려면 광역자치단체장 등과 협의하여야 함

○ **신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법과 공급의무화**

- 법 제4조에 따라 정부는 지방자치단체, 공공기관, 기업체 등의 자발적인 신 · 재생에너지 기술개발 및 이용 · 보급을 장려하고 보호 · 육성하여야 함
- 법 제12조에 따라 산업통상자원부장관은 국가 및 지방자치단체나 공공기관 등의 건물을 신축 · 증축 또는 개축하는 경우 예상 에너지사용량의 일정 비율 이상을 신 · 재생에너지로 공급하도록 의무화 할 수 있음

○ **전기사업법과 신재생에너지 거래**

- 법 제3조에 따라 지방자치단체장은 그 관할 구역의 전기사용자가 전기를 안정적으로 공급받기 위하여 필요한 시책을 마련하여야 하며, 산업통상자원부장관의 전력수급 안정을 위한 시책의 원활한 시행에 협력하여야 함
- 법 제31조 및 시행령 제19조에 따라 다음과 같이 전력을 거래 할 수 있음
  - 신 · 재생에너지발전사업자가 1천킬로와트 이하의 발전설비용량을 이용하여 생산한 전력을 거래하는 경우
  - 태양광 설비를 설치한 자가 해당 설비를 통하여 생산한 전력 중 자기가 사용하고 남은 전력을 거래하는 경우
  - 태양광 설비 외의 설비를 설치한 자가 해당 설비를 통하여 생산한 전력의 연간 총생산량의 50퍼센트 미만의 범위에서 전력을 거래하는 경우

○ **도시가스사업법과 지역적 정책수단의 한계**

- 법 제18조에 따라 일반도시가스사업자는 다음 연도 이후 5년간의 가스공급계획을 작성하여 매년 11월 말일까지 시 · 도지사에게 제출하여야 함
- 법 제18조의2에 따라 시 · 도지사는 다음 연도 이후 5년간의 가스수급계획을 작성하여 매년 12월 말일까지 산업통상자원부장관에게 제출하여야 함
- 법 제18조의3에 따라 시 · 도지사는 일반도시가스사업자가 제출한 가스공급계획을 기초로 하여 매년 3월 말일까지 해당 연도를 포함한 2년간의 지역별 가스공급시설의 공사계획을 수립하여 공고하여야 함
- 법 제19조 및 시행령 제9조의2에 따라 가스공급시설을 설치하려는 지역이 개인 소유 지역으로서 해당 지역의 소유자 또는 점유자가 가스공급시설의 설치를 승낙하지 아니하는 경우, 도시가스 공급을 요청하는 지역이 가스공급시설 끝 부분의 배관에 인접한 지역으로서 끝 부분의 배관에서 측정한 도시가스압력이 1킬로파스칼부터 2.5킬로파스칼까지의 범위를 유지하지 못하여 불완전한 도시가스 공급이 발생하는 경우에는 가스도매사업자가 도시가스를 공급하지 아니할 수 있음
- 도시가스공급과 에너지효율화 관련 지방자치단체장의 권한이 미약하여 지역적 정책은 제한적임

○ **석유 및 석유대체연료 사업법과 석유판매업 등록**

- 법 제10조에 따라 석유판매업을 하려는 자는 지방자치단체장에게 등록하여야 함. 다만, 부산물인 석유제품을 생산하여 석유판매업을 하려는 자는 산업통상자원부장관에게 등록하여야 함
- 법 제33조에 따라 석유대체연료 판매업을 하려는 자는 지방자치단체장에게 등록하여야 함

- 석유의 수급에 관한 시·도지사이 권한이 매우 미약하여 지역차원의 석유수급 정책수단도 제한적임

○ **액화석유가스의 안전관리 및 사업법과 지역 LPG정책 수단의 한계**

- 법 제5조에 따라 액화석유가스(LPG) 충전사업, 가스용품 제조사업 또는 액화석유가스 집단공급사업을 하려는 자는 그 사업소마다 지방자치단체장의 허가를 받아야 함. 또한 액화석유가스 판매사업을 하려는 자는 판매소마다 기초자치단체장의 허가를 받아야 함
- LPG 수급에 관한 시·도지사이 권한이 매우 미약하여 지역차원의 LPG관련 정책수단이 제한적임

○ **석탄산업법과 지역 석탄정책 수단의 한계**

- 법 제17조에 따라 석탄가공업을 하려는 자는 지방자치단체장에게 등록하여야 함
- 법 제24조 및 제29조에 따른 무연탄 및 연탄의 최고판매가격 지정에 관한 고시에 의거하여 최고판매가격에 가액이 필요한 경우, 관할 시·도지사는 가액기준에 따라 최고판매가격을 따로 정하여 고시할 수 있음(산업통상자원부고시 제2019-153호)
- 석탄수급에 관한 시·도지사이 권한이 매우 미약하여 지역차원의 석탄관련 정책수단이 제한적임

○ **서울특별시 에너지 조례**

- 법 제4조에 따라 시는 에너지 절약 및 이용 효율화, 신·재생에너지 등의 보급 촉진 및 온실가스 배출 저감 등을 위해 합리적이고 종합적인 시책을 강구하여야 함
- 법 제8조에 따라 시장은 에너지 절약 및 신·재생에너지 개발·이용·보급 촉진 등을 위하여 「에너지법」제7조에 따라 서울특별시에너지계획(이하 "에너지계획"이라 한다)을 5년마다 5년 이상을 계획기간으로 하여 수립·시행하여야 함
- 제12조에 따라 시장은 에너지 절감 및 생산, 건물의 이용 효율화 등의 에너지 계획과 이행에 관한 각 호의 사항을 자문하기 위하여 에너지정책위원회(이하 “위원회”라 한다)를 둘 수 있음
- 또한, 법 제12조의2에 따라 시장은 에너지 절약 및 이용 효율화를 위하여 에너지 고효율 건축물이 확대되도록 노력하여야 함
- 제18조에 따라 시장은 에너지 절약을 위하여 필요하다고 인정하면 법에서 정하는 건축물에 대하여 냉난방 온도를 관리하는 건축물로 지정할 수 있음(다만, 공동주택, 공장, 의료기관, 사회복지시설, 군사시설, 종교시설은 제외)
- 제23조에 따라 시장은 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 따른 신·재생에너지나 미활용에너지의 보급 목표를 정하고 이를 달성하기 위한 시책사업을 수립·추진하여야 함
- 제25조에 따라 시장은 에너지 절약과 신·재생에너지 등의 개발·이용·보급 및 에너지이용 합리화를 위한 시책 추진에 필요한 행정 및 세제·재정상의 조치를 강구하여야 함
- 제 28조에 따라 시장은 국내외 에너지 사용의 변동으로 에너지 수급에 중대한 차질이 발생하거나 발생할 우려가 있다고 인정될 때에는 에너지 수급의 안정을 기하기 위하여 필요한 범위 안에서 사업자 또는 에너지사용기자재의 소유자와 관리자에 대한 조치를 산업통상자원부장관에게 요청할 수 있음

〈표 1-1〉 에너지 수급 관련 법률

구분	내용
에너지이용 합리화법	제1조(목적) 이 법은 에너지의 수급(需給)을 안정시키고 에너지의 합리적이고 효율적인 이용을 증진하며 에너지소비로 인한 환경피해를 줄임으로써 국민경제의 건전한 발전 및 국민복지의 증진과 지구온난화의 최소화에 이바지함을 목적으로 한다.
집단에너지사업법	제1조(목적) 이 법은 분산형전원으로서의 집단에너지공급을 확대하고, 집단에너지사업을 합리적으로 운영하며, 집단에너지시설의 설치·운용 및 안전에 관한 사항을 정함으로써 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」에 능동적으로 대응하고 에너지 절약과 국민생활의 편익증진에 이바지함을 목적으로 한다.
신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	제1조(목적) 이 법은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지원을 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진함으로써 환경의 보전, 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함을 목적으로 한다.
전기사업법	제1조(목적) 이 법은 전기사업에 관한 기본제도를 확립하고 전기사업의 경쟁과 새로운 기술 및 사업의 도입을 촉진함으로써 전기사업의 건전한 발전을 도모하고 전기사용자의 이익을 보호하여 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 한다.
도시가스사업법	제1조(목적) 이 법은 도시가스사업을 합리적으로 조정·육성하여 사용자의 이익을 보호하고 도시가스사업의 건전한 발전을 도모하며, 가스공급시설과 가스사용시설의 설치·유지 및 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 공공의 안전을 확보함을 목적으로 한다.
석유 및 석유대체연료 사업법	제1조(목적) 이 법은 석유 수급과 가격 안정을 도모하고 석유제품과 석유대체연료의 적정한 품질을 확보함으로써 국민경제의 발전과 국민생활의 향상에 이바지함을 목적으로 한다.
액화석유가스의 안전관리 및 사업법	제1조(목적) 이 법은 액화석유가스의 수출입·충전·저장·판매·사용 및 가스용품의 안전 관리에 관한 사항을 정하여 공공의 안전을 확보하고 액화석유가스사업을 합리적으로 조정하여 액화석유가스를 적정히 공급·사용하게 함을 목적으로 한다.
석탄산업법	제1조(목적) 이 법은 석탄자원의 합리적인 개발과 효율적인 이용을 위하여 석탄산업을 건전하게 육성·발전시키고 석탄 및 석탄가공제품의 수급(需給)의 안정과 원활한 유통을 도모하며 탄광지역의 진흥사업을 원활히 추진함으로써 국민경제의 균형발전과 국민생활의 향상에 이바지함을 목적으로 한다.
서울특별시 에너지 조례	제1조(목적) 이 조례는 에너지 절약과 신에너지 및 재생에너지의 개발·이용·보급 촉진으로 온실가스 배출을 저감하는 등 에너지관련 시책을 체계적·종합적으로 마련하여 추진함으로써 서울특별시의 지속가능한 발전과 시민의 삶의 질 향상에 이바지함을 목적으로 한다.

2) 계획수립의 목적

□ 국가 에너지기본계획의 정책목표와 연계한 지역 차원의 에너지 시책 추진 계획 수립

○ 국가의 에너지기본계획과 연계하여 서울시의 지역 특성을 고려하여 효과적·창의적인 에너지 효율제고 및 에너지원의 발굴을 위한 시책 수립

□ 국가 정책 목표에 대한 고려와 서울시의 지역 특성에 맞는 계획의 선도적 추진

○ 에너지 수요관리 정책 강화, 분산형전원의 확대, 환경·안전과의 조화, 에너지복지 강화 등 지역 차원의 실천을 기반으로 하는 정책을 중심으로 국가 에너지 정책의 패러다임이 전환됨에 따라 정책목표에 부합하는 지역의 실천계획을 수립하고자 함

○ 지역의 경제성장과 도시개발에 따른 에너지 수요변화를 전망하고 이를 토대로 최적의 에너지 수요관리와 경제적이고 안정적인 공급계획을 수립하고자 함

○ '에너지 살림 도시', '태양의 도시, 서울' 등 서울시의 에너지 정책을 계승 발전시켜 지역에너지 사업을 선도

- 에너지 절약과 효율화, 저탄소 에너지 생산량 증대 등 다양한 사업을 통해 서울의 에너지 효율성 증대와 온실가스 감축으로 국제적인 친환경 도시로서의 위상을 제고

3) 계획의 범위

□ 물리적 범위

○ 지리적 범위

- 서울시 전역 및 서울시가 에너지 사업을 추진 중인 지역

○ 시간적 범위

- 이전 계획 평가: 2015~2018년(4년간)
- 향후 계획의 수립: 2020년~2040년(20년간)

□ 내용적 범위

○ 이전 계획 평가

- 서울시 지역에너지 기본계획 2035(제4차 지역에너지계획), 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획(2015) 추진성과 평가

○ 에너지 수요 전망

- 온실가스 배출, 에너지 소비 및 신재생에너지 보급 추이 분석 및 향후 전망

○ 에너지 수요관리 및 공급 계획

- '제3차 국가에너지 기본계획', '정부 녹색성장 5개년 계획' 등 정부계획 분석 후 이와 연계한 서울

시 추진방안 및 기본계획 수립

- 에너지 수요 전망을 바탕으로 서울의 에너지 자급률 제고를 위한 목표 설정
- 신재생에너지 생산, 에너지 효율화, 에너지 절약, 집단에너지 및 에너지 복지 대책 등 부문별 에너지 소비 및 온실가스 배출량 감축 계획 등

□ 에너지 자료 분석의 범위

- 에너지구분: 1차에너지[1], 등가1차에너지[2], 최종에너지[3]
- 에너지원: 전력, 도시가스, 석유, 집단에너지, 신재생에너지, 석탄
- 월간 에너지 소비량: 2005년~2018년(서울연구원 자체조사)
- 자치구별 에너지 소비량: 2005~2017년(서울연구원 자체조사)
- 연간 에너지 소비량: 1990년~2017년(지역에너지통계연보)

1) 1차에너지란 변환이나 가공의 과정을 거치지 않고 자연으로부터 직접 얻을 수 있는 에너지를 의미함
2) 등가1차에너지란 전력 생산에 소요되는 화석연료 등의 1차에너지 환산량을 의미함
3) 최종에너지란 자연으로부터 직접 얻는 에너지인 1차에너지를 소비자가 사용하기 편리하도록 변환·가공한 에너지를 의미함

나. 지역에너지계획과 대내외 여건

1) 국제 기후 에너지 동향

(1) 제48차 IPCC 총회와 1.5℃ 특별보고서 채택

□ 지구온난화 1.5℃ 상승의 이해

○ 지구 온도 상승폭을 1.5℃ 이내로 제한하고자 하는 정책목표

- 지구온난화가 현재 속도로 지속한다면 2030년에서 2052년 사이에 지구 평균 기온은 1.5℃ 상승할 가능성이 큼
- 여러 지역, 특정 계절에서 전 지구 연평균 값보다 온난화가 효과가 더 크게 나타남. 북극에서 2~3배 더 크고, 해양보다 육지에서 더 큼

□ 기후변화의 영향과 1.5℃로 억제 필요성

○ 1.5℃ 상승과 2℃의 차이

- 기후 관련 미래의 위험도는 온난화의 속도, 정점 및 지속 기간에 좌우됨. 정점 온도의 위험도는 1.5℃보다 2℃일 때 더 높아지며, 일부 생태계가 회복 불가할 정도로 파괴됨
- 해수면은 지구 평균 온도가 2℃ 상승하면 1.5℃ 상승할 때보다 0.1m 추가 상승
- 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 곤충의 6%, 식물의 8%, 그리고 척추동물의 4%가, 2℃ 상승하면 곤충의 18%, 식물의 16%, 그리고 척추동물의 8%의 기후지리적 분포 범위가 절반 이하로 줄어들 것으로 전망됨
- 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 육지 면적의 약 6.5%는 다른 유형의 생태계로 전환될 것으로 전망되는 반면 2℃가 상승하면 1.5℃ 상승에 비해 위험 노출 면적이 약 2배가 될 것으로 예상됨

○ 지구온난화 1.5℃ 억제와 위험성 경감

- 지구온난화를 1.5℃로 억제하면 해양의 생물 다양성, 어업, 생태계 및 이들이 인간에게 제공하는 기능과 서비스에 대한 위험성을 경감
- 북극해 얼음이 모두 녹을 가능성은 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 100년에 한 번이지만, 2℃ 상승하면 적어도 10년에 한 번으로 높아짐
- 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 산호초 손실은 70~90%이나, 2℃ 상승하면 99% 이상 손실

○ 1.5℃ 온도 상승에도 적응 능력에 대한 한계가 존재

□ 1.5℃ 온도 상승 억제에 상응하는 배출 경로와 시스템 전환

○ 지구온난화 1.5℃를 달성하려면 2050년에 CO_2 순 배출량이 net zero에 도달해야 함

- 일시적 초과상승도 없이 온도상승 폭을 1.5℃ 이내로 하려면, CO_2 순 배출량은 2050년경에는

net zero에 도달해야 함

- 2030년까지 2010년 대비 최소 45%를 감축해야 함

○ 온도상승 폭을 2℃ 이내로 하려면 CO_2 순 배출량은 2010년 대비 2030까지 25% 감축, 2070년에 net zero에 도달해야 함

□ 지속가능발전과 빈곤 퇴치 노력 차원의 전 지구적 대응 강화

○ 파리협정에 따라 제출된 국가별 감축 목표로는 평균 온도 상승폭을 1.5℃로 억제할 수 없음

- 2030년까지 현재의 국가별 감축 목표를 반영한 경로는 대체적으로 2100년까지 약 3℃의 지구온난화를 초래

○ 온도상승 폭을 1.5℃ 이내로 억제해야 기후변화가 완화되며, 적응 시너지 최대화할 수 있음

□ 지구온난화 1.5℃ 특별보고서 최종 승인

○ 2018년에 열린 제48차 IPCC 총회에서 지구온난화 1.5℃ 특별보고서가 195개 회원국들 만장일치로 승인

- 승인된 보고서는 2015년 파리협정 채택 시 극적으로 합의된 지구온난화 1.5℃ 목표의 과학적 근거 마련을 위해 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국 총회가 IPCC에게 공식적으로 작성을 요청하여 진행된 사항임

- 지구온도 상승이 파리협약의 목표인 2℃보다 낮은 1.5℃로 머물게 하면 해수면 상승 등 기후변화 위험을 상대적으로 완화한다는 점에서 이번 보고서가 갖는 의미가 큼

○ 세계의 과학자 공동체가 '1.5℃'라는 숫자를 통해 기후변화의 심각성에 대한 동의를 확인

- 현재와 같은 방식의(business as usual) 해법이 아닌 비상한 대응을 요청했다는 점에서 이번 특별보고서 채택의 의미를 심각하게 받아들여야 함

□ 기후변화 대응에 있어 에너지의 중요성 증가

○ 에너지 부문은 온실가스 배출의 3분의 2 이상을 차지하고 있어 에너지 정책에서의 기후변화 대응 중요성이 증가됨

○ 해외 주요도시는 저탄소 도시로의 빠른 전환을 위해 온실가스 배출량 감축, 최종에너지 소비량 감축, 재생에너지 생산량 증대를 위해 노력하고 있음

- 도쿄는 '저탄소, 쾌적성, 방재력을 갖춘 스마트 에너지 도시 실현'을 비전으로 삼고 에너지 절약 대책 및 에너지 관리 추진을 통해 2030년까지 2000년 대비 최종에너지 소비량을 38% 감축할 것을 목표로 세움

- 뉴욕은 2050년까지 탄소중립 도시를 실현하기 위해 2040년까지 재생에너지 전력 100%를 목표지표로 설정함

- 파리는 2050년까지 탄소중립 도시가 되기 위해 2004년 대비 에너지 소비량을 2020년까지 25%,

2030년까지 35%, 2050년까지 50% 감축할 것을 약속함

〈표 1-2〉 해외 주요 도시 온실가스 감축 목표 및 현황

도시명	감축 목표	목표연도	기준연도	달성률(기준연도)
도쿄[4]	30%	2030	2000	-4.2%(2017)
뉴욕	40%, 100%[5]	2030, 2050	2005	17%(2017)
파리[6]	30%, 50%, 100%	2020, 2030, 2050	2004	6.3%(2014)[7]
베를린[8]	40%, 60%, 85%	2020, 2030, 2050	1990	33.3%(2015)
런던	40%, 60%, 100%	2020, 2025, 2050	1990	31%(2016)

주: 상세한 내용은 별책1 해외도시 에너지계획 사례를 참고

〈표 1-3〉 해외 주요 도시 재생에너지 생산 목표 및 현황

도시명	생산 목표	도달연도	달성률(기준연도)
도쿄	20%, 30%	2024, 2030	14.1%(2017)
베이징	8%[9]	2020	6.6%(2015)
뉴욕	50%, 100%	2030, 2040	27%(2019)
파리	25%, 45%, 100%	2020, 2030, 2050	17%(2017)
런던[10]	15%	2030	2%(2016)

주: 상세한 내용은 별책1 해외도시 에너지계획 사례를 참고

(2) 해외 에너지 동향

□ 2017년 세계 에너지 생산은 전년 대비 2.2% 증가[11]

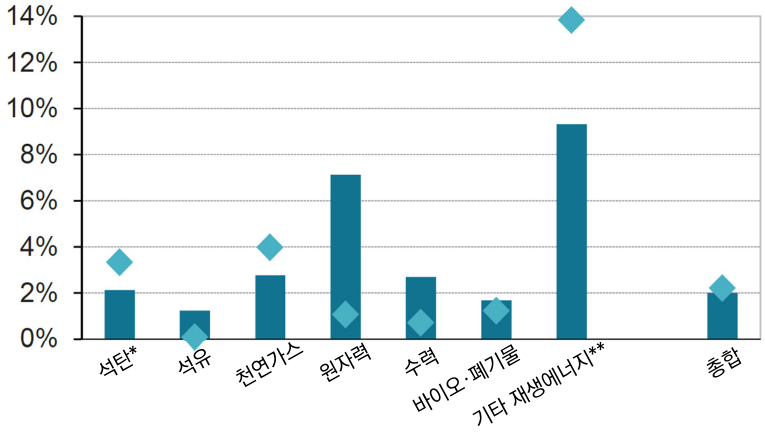
○ 2017년 세계 에너지 생산은 14,035백만TOE로 2016년에 비해 2.2% 증가함

- 2016년에 비해 석탄과 천연가스가 각각 120백만TOE 증가
- 바이오 연료와 폐기물은 2016년에 비해 1.2% 상승하여 세계 에너지 생산의 0.4%를 차지
- 수력은 2017년 지난해에 비해 0.7% 상승한 351백만TOE를 기록하여 세계 에너지 생산의 2.5%를 차지
- 태양광, 풍력, 지열, 태양열은 1년 간 각각 34.8%, 17.7%, 7.0%, 3.4% 증가하였으나 1차에너지

4) 에너지 감축 목표는 2030년까지 2000년 대비 38% 감축, 2017년 현재 23% 감축을 이룸
5) 뉴욕의 탄소중립은 도시 내 온실가스 감축 80%와 크레딧 구입 20%를 의미하며, 파리의 탄소중립은 도시 내 온실가스 감축 100%와 간접배출된 온실가스를 크레딧으로 구입하는 것을 의미함
6) 에너지 감축목표는 2004년 대비 2020년까지 25%, 2030년까지 35%, 2050년까지 50% 감축, 2014년 7%를 이룸
7) 이는 국제 표준화 기준인 GPC 방법으로 계산할 경우 감축률을 말함 파리는 프랑스 환경에너지관리청(ADEME)이 직접 개발한 'Bilan Carbone®' 방식의 온실가스 배출량 계산법을 위주로 사용하며 이를 통한 감축률은 약 10%이며 목표치도 2020년까지 25%, 2030년까지 40%, 2050년까지 80%로 달라짐
8) 베를린은 온실가스 전체가 아닌 CO_2 감축 목표 설정
9) 2015년에 비해 35% 이상 증가하는 것으로, 620만 톤 표준 석탄의 발전량과 동일
10) 재생에너지와 지역 열 난방이 에너지 수요의 15% 달성
11) IEA, 2019, World Energy Balance 2019

생산에서 차지하는 비중은 2% 미만에 머묾

- 원자력 생산은 2016년에 비해 1.1% 증가하여 세계 에너지 생산의 4.9% 차지



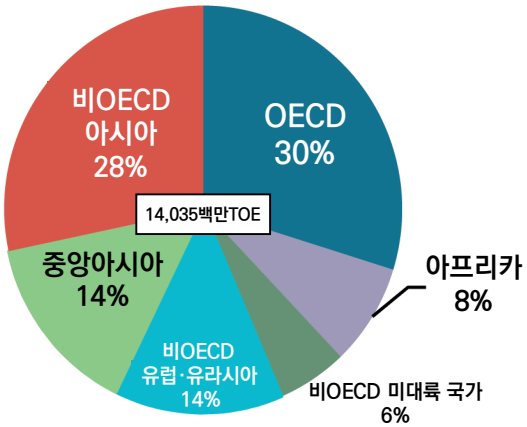
주: * 이탄과 유혈암 포함
** 지열, 태양열, 태양광, 풍력 포함

〈그림 1-1〉 2017년 세계 에너지원별 에너지 생산 연평균 변화율

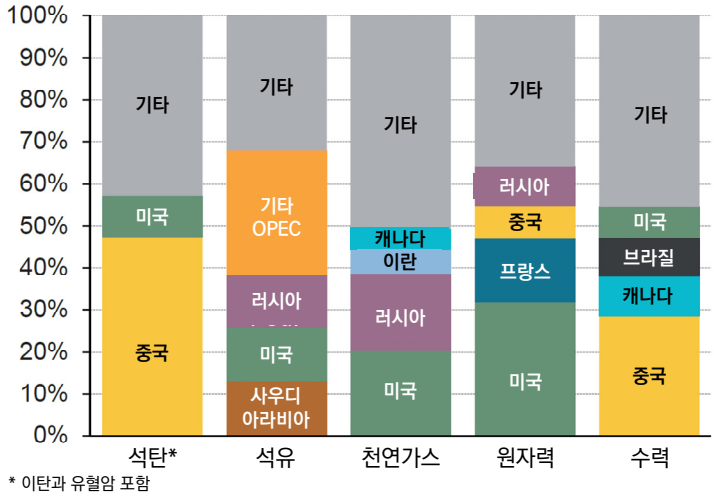
○ 지역별 생산 비중으로는 OECD 국가와 비OECD 아시아 국가가 각각 30%와 28%로 절반 이상을 차지함

- OECD 국가 중 미국의 생산량은 1,993백만TOE로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 역사상 세 번째로 가장 높은 생산량을 기록함. 이어서 캐나다와 호주가 510백만TOE, 400백만TOE를 생산

- 비OECD 아시아 국가는 2016년에 비해 2017년에 생산량이 2.5% 늘어난 3,971백만TOE를 기록했으며 중국과 인도네시아가 생산량 증가를 이끎



〈그림 1-2〉 2017년 지역별 총에너지생산 비중



* 이탄과 유혈암 포함

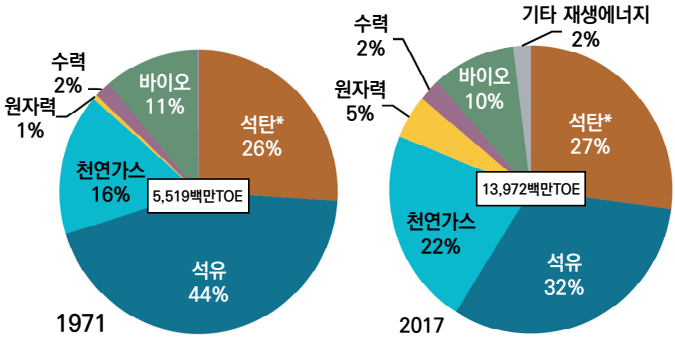
〈그림 1-3〉 2017년 에너지원별 최대 에너지 생산국

□ 1971년부터 2017년까지 세계 1차에너지 공급량은 2.5배 이상 증가

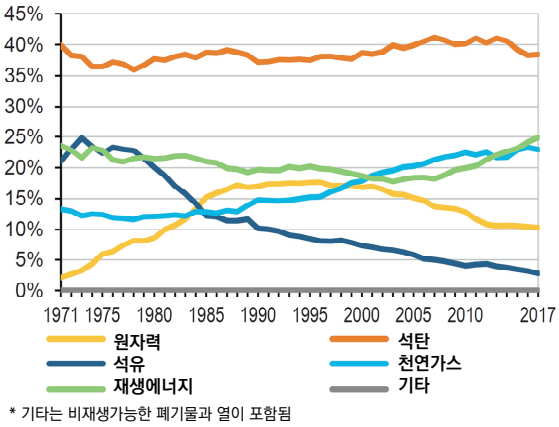
○ 1971년부터 2017년까지 세계 1차에너지 공급은 5,519백만TOE에서 13,972백만TOE로 2.5배 이상 증가

- 석유는 44%에서 32%로 크게 비중이 줄었으나 여전히 가장 큰 비중을 차지하고 있음

- 천연가스는 16%에서 22%로 가장 비중이 높아진 에너지원임
- 전력생산에 있어 석탄은 꾸준히 가장 중요한 에너지원으로 사용되고 있음. 2014년부터 2016년까지 하락세를 보이다 2017년에 다시 소폭 상승하여 38.5%를 기록함
- 재생에너지는 2013년부터 두 번째로 가장 높은 비중을 차지한 에너지원이 됨



〈그림 1-4〉 세계 에너지원별 1차에너지 공급

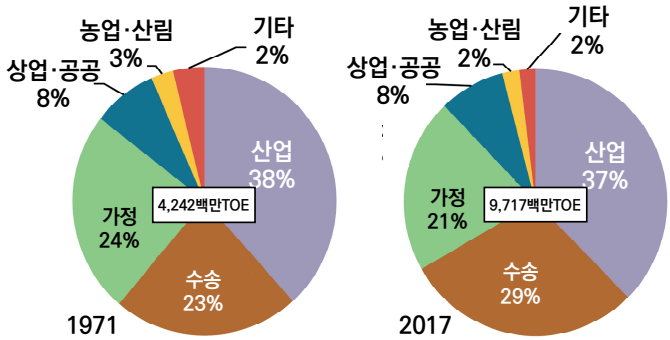


〈그림 1-5〉 세계 전력 생산 믹스

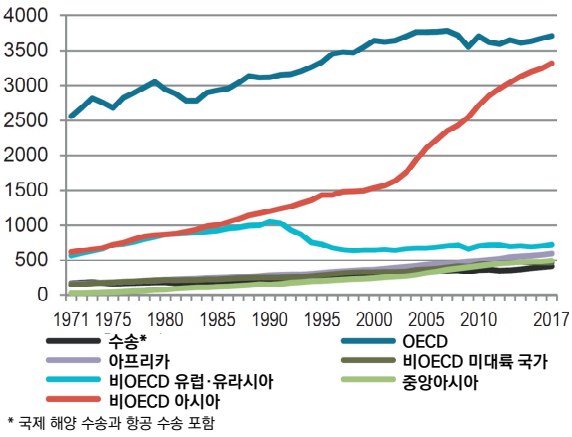
□ 1971년부터 2017년까지 세계 최종에너지 소비량은 2.3배 증가

○ 1971년부터 2017년까지 세계 최종에너지 소비량은 2.3배 올라 2017년 9,717백만TOE를 기록함

- 1971년 23%에서 2017년 29%로 크게 오른 수송부문을 제외하고 모든 부문은 유사한 비중을 차지하고 있으며 여전히 산업이 가장 큰 비중을 맡고 있음
- 2000년대 초반 이후 중국을 비롯한 비OECD 아시아 국가의 최종에너지 소비량이 치솟아 2017년에는 34%인 3,317백만TOE가 됨
- OECD 국가들의 소비량은 꾸준한 증가 추세를 보여 왔으나 2008년 경제 위기 이후 불안정한 추세를 보임. 그러나 최근 몇 년 간 3,600백만TOE에서 수준에서 안정되어 2017년에는 2008년 이후 가장 높은 수준인 3,711백만TOE가 소비됨



〈그림 1-6〉 세계 부문별 최종에너지 소비 비중



〈그림 1-7〉 세계 지역별 최종에너지 소비

2) 국가 주요 에너지 관련 계획

(1) 제3차 에너지기본계획

□ **비전**

○ 에너지 전환을 통한 지속가능한 성장과 국민 삶의 질 제고

□ **5대 중점 추진과제**

○ 에너지정책 패러다임을 소비구조 혁신 중심으로 전환

- 소비효율 38% 개선(2017년 대비), 수요 18.6% 감축(2040년 BAU 대비)[12)]
- 부문별 수요관리 강화, 수요관리 시장 활성화

○ 깨끗하고 안전한 에너지 믹스로 전환

- 원전은 점진적으로 감축하고 석탄은 과감하게 감축
- 재생에너지 발전비중 30~35%(2040년)로 확대
- 미세먼지를 저감하고 2030 온실가스 감축로드맵 이행

○ 분산형 · 참여형 에너지 시스템 확대

- 분산형전원 확대, 계통체계 정비
- 전력 프로슈머 확대, 지자체의 역할·책임 강화

○ 에너지 산업의 글로벌 경쟁력 강화

- 재생에너지, 수소, 효율연계 산업 등 미래 에너지 산업 육성
- 전통에너지산업 고부가가치화, 원전산업 핵심생태계 유지

○ 에너지 전환을 위한 기반 확충

- 전력·가스·열 시장제도 개선
- 에너지 빅데이터 플랫폼 구축

□ **주요 목표**

○ 2040년 최종에너지 소비량 전망(BAU): 211백만TOE

- 최종에너지 소비 원단위: 0.087TOE/백만원

○ 2040년 최종에너지 수요 BAU 대비 18.6% 절감

- 목표수요(최종에너지): 171.8백만TOE
- 최종에너지 소비 절감률(BAU대비): 18.6%
- 최종에너지 소비 원단위: 0.070TOE/백만원

12) BAU(Business As Usual)란 정책적· 기술적 변화 등을 고려하지 않고 현재 상태가 지속된다고 가정한 조건을 의미함

〈표 1-4〉 부문별 최종에너지소비 절감 목표

(단위: 백만TOE)

부문	목표 수요	2040년 BAU	2005년 소비량	절감률	
				BAU대비	2005년 대비
산업	96.3	113.3	95.2	15.0%	-1.1%
가정 · 상업	36.2	45.8	36.3	21.0%	0.4%
공공	6.6	8.0	4.1	17.5%	-61.2%
수송	32.7	43.8	35.5	25.3%	8.0%
합계	171.8	211.0	171.2	18.6%	-0.4%

주: 목표수요 및 2040년 BAU에는 비에너지는 포함되지 않음
2005년도 부문별소비량에는 비에너지가 포함됨
절감률이 음수(-)이면 증가를 의미함

〈표 1-5〉 에너지원별 최종에너지소비 절감 목표

(단위: 백만TOE)

부문	목표 수요	2040년 BAU	2005년 소비량	절감률	
				BAU대비	2005년 대비
석탄	31.2	39.0	22.1	20.0%	-40.8%
석유	39.4	57.1	97.1	31.0%	59.4%
도시가스	26.1	30.5	17.8	14.4%	-46.5%
신재생	23.8	19.9	3.9	-19.6%	-510.9%
전력	49.7	61.8	28.6	19.6%	-73.8%
열	1.6	2.6	1.7	38.5%	3.1%
합계	171.8	211.0	171.2	18.6%	-0.4%

주: 모든 수치에 비에너지는 제외됨
절감률이 음수(-)이면 증가를 의미함

(2) 재생에너지 3020

□ 비전

○ 삶의 질을 높이는 참여형 에너지체제로 전환

- 모두가 참여하고 누리는 에너지 전환 'RE3020'

□ 2030년 목표

○ 2030년 재생에너지 발전량 비중 20%

○ 신규설비 95% 이상을 태양광, 풍력 등 청정에너지로 공급

○ 국민참여형 발전사업, 대규모 프로젝트를 통해 목표 달성

□ **보급 목표 이행방안**

○ **국민참여 확대: 국민들이 손쉽게 태양광 사업에 참여할 수 있는 환경 조성**

- 도시형 자가용 태양광 확대(주택, 건물 등)
- 소규모(100㎾ 이하) 사업지원 및 협동조합을 통한 참여 활성화
- 농촌지역 태양광 활성화(농식품부·지자체·산업부 협업)

○ **지자체 주도의 계획입지 제도 도입: 수용성/환경성은 사전 확보하고, 개발이익은 공유하는 계획입지 제도 도입**

- 절차: 광역지자체가 부지발굴 → (중앙정부 승인) → 민간사업자에 부지 공급 → 민간사업자가 지구개발 실시계획 수립 → (중앙정부 승인 / 인허가 의제처리)
- 수용성 제고: 마을공모 방식 도입, 계획 심의 시 주민수용성 중점평가 등의 장치 마련
- 환경성 검토: 지구개발 기본/실시계획 심의 前 전략/환경영향평가 실시 의무화
- 지역사회 기여: 개발이익 공유(사업자 → 지자체), 지역지원사업 등 기여방안 마련

○ **대규모 프로젝트 추진: 주민수용성/환경성을 고려한 대규모 프로젝트를 단계적으로 추진**

- 1단계: 2018~2022년 (5.0GW 공급): 민간·공공기관이 제안한 프로젝트(사업계획조사 21.3GW 등) 중 5GW 집중 추진 → 전촉승인 검토 및 선제적 계통연계 검토 등 통해 지원
- 2단계: 2023~2030년 (23.8GW 공급): 대형 발전사의 RPS 의무비율 단계적 상향 조정을 통해 대규모 프로젝트 추진을 유도함으로써 투자 촉진. 수상태양광, 대규모 간척지(새만금 등) 등을 활용한 태양광 및 육상풍력, 해상풍력 대규모 계획단지 조성에 필요한 부지 확보
- 대규모 프로젝트 수용성 확보 : 채권투자형, 펀드투자형 등 주민 참여형 사업모델 신규 개발

○ **재생에너지 확대를 위한 보급여건 개선: 제도개선 및 지자체 역량 강화를 통한 재생에너지 확대기반 마련**

- 입지규제 및 사업 수익성을 저해하는 각종 제도의 획기적 개선
- 지자체 역량 강화: 지역별 보급계획 수립, 전담조직 보강 등

○ **환경을 고려한 재생에너지 확대: 폐기물·우드펠릿 발전비중 축소 등 환경을 고려한 재생에너지 확대**

- 연료연소 기반(폐기물·우드펠릿 등) 재생에너지 최소화
- 환경성을 고려하여 발전사업 허가제도 정비
- 재생에너지 폐기물 처리기반 구축: 태양광 폐모듈, 풍력 블레이드 등
- 환경친화적 디자인 발굴·확산(재생에너지 디자인 공모전 등)

□ **3020을 통한 에너지新산업 육성 방안**

○ **재생에너지 산업경쟁력 강화: 단 · 중기 R&D로드맵→실증→제도개선 등 확산→수출산업화**

- R&D 로드맵 수립

- 전략적 시범사업 · 실증단지 추진을 통해 초기시장 창출
- 재생에너지 혁신성장 클러스터 조성
- 해외시장 진출 활성화

○ 분산전원 기반 에너지新산업 육성: 분산전원 확대를 위한 전력 중개시장, ESS · 연료전지 등 육성 및 다양한 분산전원과 서비스업이 공존할 수 있는 인프라와 제도기반 구축

- 지능형전력망, IoE 인프라를 구축하고, 인증·표준을 강화

○ IoE 활용 수요관리 서비스산업 육성: 첨단 전력인프라와 IoE 기술을 활용한 새로운 서비스 산업 창출

- 전력 빅테이터 서비스마켓 구축
- 지능형 에너지 통합관리 서비스모델 발굴·확산
- 전기차 활용 신에너지 서비스 창출·확산

○ 스마트시티를 통한 新산업 실증: 스마트시티 사업을 에너지新산업 비즈니스 모델 실증 기회로 활용

- 모든 에너지 관련 요소의 지능형 전력망을 통한 연결에 생산되는 에너지 데이터의 개방·활용을 더하여 융복합 신에너지 서비스 창출

(3) 제8차 전력수급기본계획

□ 수립방향

○ 수요전망: 합리적인 수요전망으로 예측오차 최소화

- 4차 산업혁명이 전력수요에 미치는 영향 반영

○ 수요관리: 수요관리의 이행력 제고를 위한 수단 확충

○ 설비예비율: 수급안정을 위해 적정 설비예비율 확보

- 신재생 확대 등 발전원 구성의 변화 양상을 반영

○ 설비계획: 경제성을 확보하면서 안전하고 깨끗한 발전원 구성 및 전원믹스를 뒷받침하는 전력계통 건설·운영

- 원전·석탄 단계적 감축, 재생 · LNG 비중 확대
- 경제급전과 환경급전의 조화방안 강구
- 분산형전원의 지속적 확대
- 재생에너지 확대에 필요한 인프라 선제적 보강

□ 전력수요 전망 및 수요관리 목표

○ 기존 전력패널모형 외 4개 추가모형을 사용하고, 공신력 있는 기관의 입력전제를 사용하여 수

요전망의 객관성 제고

- 기준수요 전망에 따르면 2030년 기준 수요는 667.0TWh, 2030년 동계 기준 최대전력은 113.4GW

○ 최근 경제성장률 전망을 반영한 목표수요는 2030년 100.5GW

- (2018년) 87GW → (2022년) 93GW → (2026년) 98GW → (2030년) 100.5GW

○ 수요관리로 최종년도 소비량의 14.5%, 최대전력의 12.35% 감축

- 공급위주의 전력수급정책을 수요관리 중심으로 전환하기 위해 실효성 있는 수요관리 수단 확보를 기본 방향으로 설정

□ 발전설비 계획

○ 발전원 구성, 발전기별 특성, 재생에너지 변동성, 전력수급 불확실성 등을 종합적으로 고려하여 적정 설비예비율 22% 산정

○ 원전과 석탄발전을 단계적으로 감축하고, 재생에너지는 대폭 확대(2030년 발전량의 20%)하는 친환경 발전원 구성을 달성

□ 재생에너지 등 분산형전원 확대방안

○ 신재생 확대에 따른 분산형전원 보급 전망은 2030년 120.9TWh로 총 발전량의 18.4%를 차지할 것으로 전망

○ 재생에너지 보급목표 및 확대방안

- 2030년 재생에너지 발전량 비중 20%(132TWh) 달성 목표

○ 재생에너지 변동성 보완방안

- 출력변동성을 보완하는 백업설비를 최소 설비예비율에 반영
- 재생에너지 종합관제시스템 구축
- 유연성 설비 활성화를 위해 전력시장 제도개선 추진

○ 기타 분산형전원 활성화 방안

- 보상체계 개선
- 분산자원의 환경기여 유도

□ 송 · 변전설비계획

○ 재생에너지 발전 확대에 따른 계통 수용능력 제고

- 단기적으로는 재생에너지 접속 대기 해소를 위한 계통보강 조기 완료
- 중장기적으로는 재생에너지 밀집 예상 지역에 송 · 변전설비 적기 보강

○ 계통 적기 확충 및 안정도 향상을 통한 안정적 전력수급 뒷받침

- 송 · 변전설비를 적기에 안정적으로 확충할 수 있도록 현재 건설이 지연된 설비를 중점 관리하고,

설비 준공 지연에 따른 대안 마련

○ 송 · 변전설비 건설 관련 사회적 · 환경적 수용성 제고

- 철탑 규모가 작고 전자파 발생이 적어 수용성이 높으며, 장거리 · 대용량 송전에 효율적인 초고압직류송전(HVDC) 방식 확대 적용
- 인구밀집지역, 환경 · 경관훼손 가능지역 등은 계획 단계에서부터 지중화 등 수용성 강화방안 적극 검토

○ 「동북아 수퍼그리드」 구축을 통한 독립계통 한계 극복

□ **사후관리계획**

○ 「에너지 이용 합리화 기본계획」 수립 등 수요관리 강화

- 부문별(산업, 건물 등) 효율향상, ICT를 활용한 수요관리 개선, 부하관리 최적화 등 에너지 저소비 사회를 위한 수요관리 강화방안 마련
- 부하관리, 효율향상 등 수요관리 수단에 대한 정확한 실적 검증 및 평가 강화 방안 마련
- 도시재생사업과 스마트시티 연계, 산단內 스마트에너지시스템 도입 검토

○ 노후화력(석탄, LNG, 유류)설비 관리계획 마련

- 경제적 수명기준과 향후 환경기준 강화추세 등을 종합 검토하여 노후설비의 퇴출 또는 대체설비 전환을 위한 제도개선 방안 마련

○ 환경급전 관련 후속조치

- 환경비용 등을 반영하기 위한 전력시장 운영규칙 개정, 발전연료 간 세율 추가 조정방안 검토 등 제도개선 추진
- 석탄 상한제약 도입방안에 대한 환경부 · 지자체 협의 추진

○ 재생에너지 확대를 위한 이행력 제고

- 재생에너지 계통 보강 투자가 지연되지 않도록 「장기 송 · 변전설비계획」 및 「연간 송 · 변전 설비계획」 수립
- 재생에너지의 체계적 보급을 위하여 민 · 관 공동 협의체를 구성 · 운영하고, 주체별로 역할을 분담하여 주기적으로 이행상황 점검

○ 분산형전원 지원방안 제도화

- 전기사업법 및 시행령 개정을 통해 분산형전원의 정의를 규정하고, 활성화 방안 등을 제도화
- 전력기반기금 등을 활성화 재원으로 사용하는 방안도 검토

제 2 장
제4차 지역에너지계획 성과 평가

가. 제4차 지역에너지계획 주요 내용

나. 현황 및 성과 평가

02 제4차 지역에너지계획 성과 평가

가. 제4차 지역에너지계획 주요 내용

1) 비전 및 주요 목표

□ 「제4차 지역에너지계획」은 '저탄소 녹색도시'를 비전으로 제시하고, 세 가지 추진전략을 설정함

○ "에너지 저소비형 도시"

- 에너지 절약, 효율 향상, 저소비형 교통 시스템 구축 등이 주요 추진과제

○ "에너지 안전 도시"

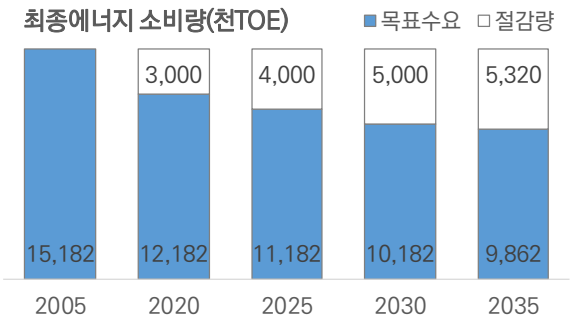
- 안정적인 에너지 공급, 무정전 시스템 구축, 분산형전원 확대 등이 주요 추진과제

○ "에너지 복지 도시"

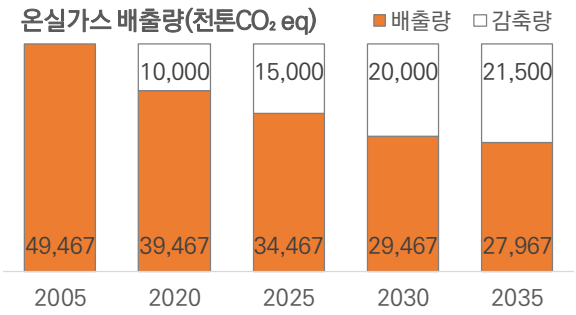
- 에너지 기본권 보장, 참여형 복지 네트워크 구축, 고효율 기기 지원 등이 주요 추진과제

2) 성과지표와 달성목표

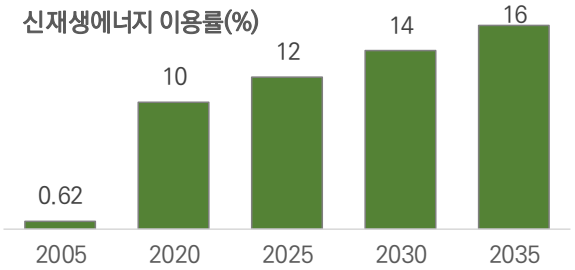
□ 2035년까지 2005년 대비 최종에너지 35% 감축, 온실가스 43% 감축, 신재생에너지 비중 16% 상향, 전력자립률 35% 상향을 목표로 설정함



〈그림 2-1〉 제4차 지역에너지계획 최종에너지 소비량 목표

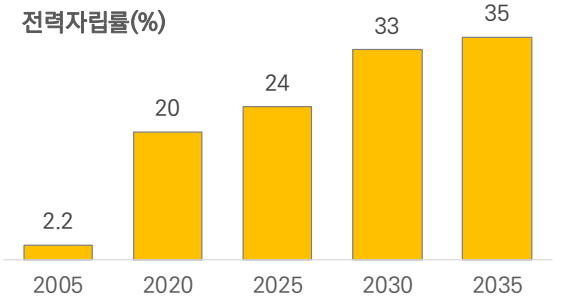


〈그림 2-2〉 제4차 지역에너지계획 온실가스 감축량 목표



주: 최종에너지 대비 신재생에너지 비중

〈그림 2-3〉 제4차 지역에너지계획 신재생에너지 이용률 목표



〈그림 2-4〉 제4차 지역에너지계획 전력자립률 목표

3) 부문별 수요관리 목표 및 계획

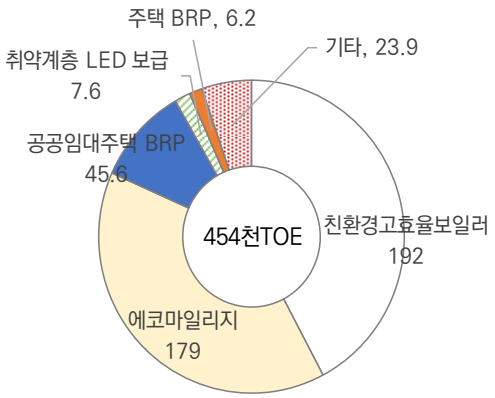
□ **건물부분 에너지 절감량 목표는 2035년 BAU 대비 5,749천TOE**

○ 2018년도 건물부문 에너지 절감량 목표는 2,789천TOE로 에너지 수요감축 목표 중 가장 큰 폭을 차지함

- 절감 목표는 민간건물 LED 보급 15%, 가정부문 16%, 상업건물 39%, 공공건물 30%로 구성됨

○ 2018년도 가정부문 에너지 절감량 목표는 454천TOE임

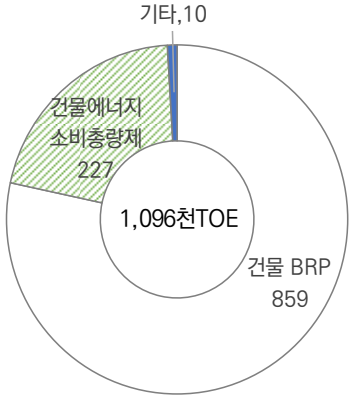
- 절감 목표는 친환경고효율보일러 42%, 에코마일리지 39%, 공공임대주택 BRP 10%로 구성됨



〈그림 2-5〉 가정부문 2018년 에너지 절감 목표

○ 2018년도 상업건물 에너지 절감량 목표는 1,096천TOE임

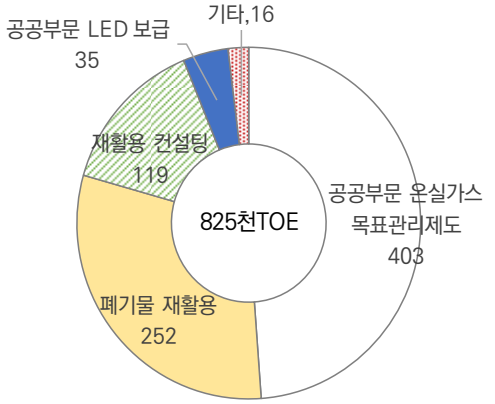
- 건물 BRP와 건물에너지소비총량제도가 전체 에너지 절감량의 99% 차지함



〈그림 2-6〉 상업건물 2018년 에너지 절감 목표

○ 2018년도 공공건물 에너지 절감량 목표는 825천TOE임

- 공공부문 온실가스 목표관리제도 49%, 폐기물 재활용 31%, 재활용컨설팅 14%로 감축 목표를 설정함



〈그림 2-7〉 공공건물 2018년 에너지 절감 목표

□ **교통부문 에너지 절감량 목표는 2035년 BAU 대비 2,019천TOE 절감**

○ 교통부문 수요관리 정책[13)]

- 2020년 수요관리 186천TOE, 노후경유차 조기폐차 131천TOE를 절감 목표로 설정
- 2035년에는 수요관리 670천TOE, 노후경유차 조기폐차 169천TOE 등을 통해 2,019천TOE를 절감하는 것을 목표로 함

○ 교통부문 친환경차 보급 정책

- 2020년 친환경차 보급 목표는 등록대수 대비 11%, 2035년에는 50%를 목표로 함
- 이를 통해 2020년 97천TOE, 2035년 437천TOE가 절감될 것으로 전망

〈표 2-1〉 수송부문 에너지 절감량(전력 외)

(단위: 천TOE)

구 분	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
합 계	216	399	594	819	947	1,093	1,522	1,855	2,019
전기차보급	5	17	34	51	74	97	210	323	437
교통수요관리	19	27	44	69	119	186	397	615	670
노후경유차조기폐차 등	24	44	65	87	109	131	169	169	169
친환경운전안내장치부착 등	49	71	90	110	110	110	110	110	110
드라이빙마일리지	21	63	84	105	126	147	147	147	147
나눔카	2	3	5	7	8	10	18	27	35
기 타	97	174	272	390	401	413	471	464	452

4) 에너지 공급 계획

□ **신재생에너지 공급 목표는 2020년 1,218천TOE, 2035년 1,594천TOE로 설정됨**

13) 교통수요관리에는 승용차 요일제, 버스중앙차로 확대, 나눔카 보급 확대, 자전거도로 연장, 공공자전거 확대 등이 포함됨

〈표 2-2〉 신 · 재생에너지 중장기 보급목표(1차에너지 환산)

(단위: 천TOE)

구 분		2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2025년	2030년	2035년
신재생 에너지	소계	439	532	624	718	823	927	995	1,079	1,239
	폐기물	178	178	178	178	178	178	178	178	178
	바이오	45.3	45.3	45.3	45.2	45.2	45.2	48.6	48.5	48.4
	태양광태양열	23.1	28.5	33.9	39.2	46.7	54.3	95.0	136	173
	연료전지	161	242	323	407	499	589	569	568	646
	소수력	0.5	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7
	지열	31.4	36.6	42.0	47.7	53.4	59.1	103	148	192
미활용 에너지	소계	30	94	114	156	205	254	275	284	285
	소각굴뚝폐열	2.00	8.00	18.0	24.0	30.0	36.0	56.0	64.0	64.0
	지하철지하수열	0.3	0.5	0.7	1.0	1.1	1.2	2.2	3.2	4.2
	외곽지역발전열	7.8	50.3	60.7	81.2	117	152	152	152	152
	하수열	20.0	35.0	35.0	50.0	57.5	65.0	65.0	65.0	65.0
분산형 발전원	소계	14.9	16.6	20.4	25.8	30.5	37.3	46.8	57.7	69.9
	건물열병합	14.9	16.4	19.4	22.4	25.3	30.4	37.9	45.3	52.8
	주택열병합	0.0	0.2	1.0	3.4	5.1	6.9	8.9	12.3	17.1
합 계		484	642	758	900	1,059	1,218	1,317	1,421	1,594

○ 태양광 보급은 2020년 200㎿, 2035년 639㎿를 목표로 설정함

- 학교, 공공시설, 민간건물 태양광이 330㎿로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 신축건물 태양광과 햇빛발전시민펀드 모집을 통해 각각 195㎿, 70㎿를 보급하는 것을 목표로 함

○ 연료전지는 2020년까지 300㎿, 2035년까지 480㎿ 보급을 목표로 함

○ 미활용에너지와 분산발전열원 생산목표 2035년까지 각 285천TOE, 69.9천TOE

□ 분산형전원을 통해 2020년에 37.3천TOE, 2030년에 69.9천TOE 공급을 계획함

○ 소형 건물형 자가열병합발전 200㎿(2020년), 380㎿(2035년) 보급계획 수립

- 자가 열병합발전 가동률 제고를 위해 건물 전력 에너지 자립 의무화, 설치비 지원 현실화, 비상발전기를 자가 열병합 발전으로 활용하기 위한 제도 계획함

○ 주택용 열병합발전 1만대(2020년), 2만5천대(2035년) 보급계획 수립

□ 집단에너지는 2020년 199천TOE, 2035년 1,364천TOE 공급 계획

○ 공동주택의 집단에너지 보급률을 2020년에는 45%, 2035년에는 55% 목표 설정함

- 서울시 전체 주택 수 대비 집단에너지 공급률은 2020년 20%, 2035년에는 24%로 전망됨

나. 현황 및 성과 평가

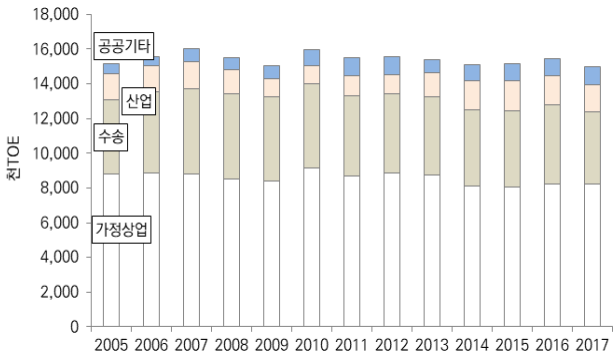
1) 최종에너지 수요관리

(1) 최종에너지 수요 현황

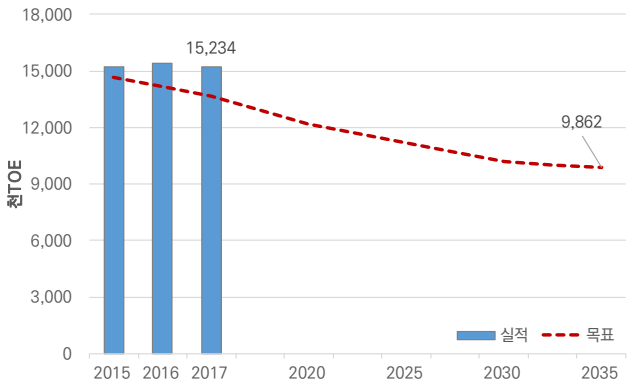
□ **서울시 2017년도 최종에너지 소비는 14,990천TOE로 2005년 대비 1.3%(192천TOE) 감소함**

○ 가정상업 568천TOE 감소, 수송 142천TOE 감소, 산업 80천TOE 증가, 공공기타 부문 438천TOE 증가함

○ 2017년 목표 수요 대비 1,851천TOE(약 14%) 초과함



〈그림 2-8〉 서울시 부문별 최종에너지 소비



〈그림 2-9〉 서울시 최종에너지 목표 대비 실적

(2) 부문별 주요 수요관리 사업 성과

□ **가정부문**

○ 친환경 콘덴싱 보일러 및 저녹스 버너 설치지원을 통해 2018년까지 총 185,431대를 보급함

- 서울시는 2015년부터 전국 최초로 가정용 친환경 콘덴싱 보일러 설치 지원 사업 실시
- 서울시는 지난 4년간(2015~2018년) 설치지원을 통해 친환경 콘덴싱 보일러 8,982대 보급하였으며, 같은 기간 홍보 등을 통해 민간부문에 171,625개의 친환경 콘덴싱 보일러가 보급됨[14)]

〈표 2-3〉 가정용 친환경 콘덴싱 보일러 보급 현황

구 분	합 계	2015	2016	2017	2018
서울시 설치 지원대 수(대)	8,982	1,500	1,000	3,500	2,982
민간 자율(대)	171,625	21,350	31,047	56,692	62,536

14) 서울시 내부자료. 2019

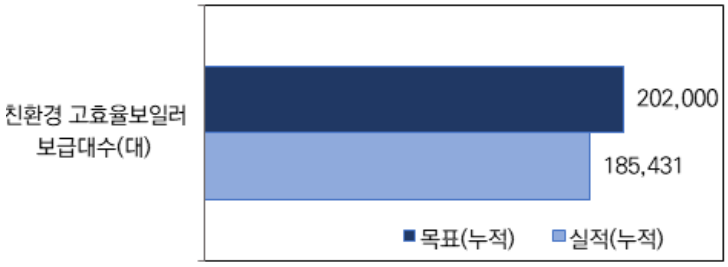
- 서울시는 지난 2008~2018년간 중소사업장에 저녹스 버너 4,824대를 보급하여, 연간 36,385TOE의 에너지를 절감함

〈표 2-4〉 저녹스 버너 보급 현황

구 분		합 계	추 진 실 적										
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
저녹스 버너 지원대 수		4,824	210	452	522	382	446	438	377	496	482	552	467
보조금 지원금 (백만원)	계	39,721	3,041	3,720	3,895	4,277	4,308	4,309	3,251	3,919	2,926	3,267	2,808
	국 비	28,372	2,172	2,657	2,782	3,055	3,077	3,078	2,322	2,799	2,090	2,334	2,006
	시 비	11,349	869	1,063	1,113	1,222	1,231	1,231	929	1,120	836	933	802
효 과	질소산화물배출저감(톤/연)	1,709	110	169	144	239	193	209	123	155	118	135	114
	에너지사용절감(TOE/연)	36,385	2,391	3,696	3,141	5,210	4,217	4,565	2,685	3,373	2,578	2,552	1,977

주: 1톤 LNG 보일러의 일반 버너를 저녹스 버너로 교체 시 연간 질소산화물 186㎏, 에너지 4.056 TOE 절감
자료: 국립환경과학원, 2007.저녹스 버너 보급 시범사업 성과 평가, 서울시 내부자료, 2019

- 친환경 고효율보일러 보급은 2018년 185,431대(누적)를 보급하여 목표인 202,000대를 92% 달성함



〈그림 2-10〉 친환경 고효율보일러 목표 및 보급 실적

○ 에코마일리지 총 가입자는 2018년 기준 204만명

- 2018년 에코마일리지 가입자 수는 「제4차 지역에너지계획」 목표인 280만명에 비해 다소 낮은 수준
- 2010~2018년 기간, 총에너지 절감량은 750,286TOE이지만, 지난 2018년 한파와 여름 무더위로 에너지 소비 상승함(전력사용량은 전년 대비 0.53% 감소)

〈표 2-5〉 연도별 에코마일리지 회원 가입 현황

(단위: 명, 개소)

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
누계회원	362,132	500,101	691,605	1,419,856	1,901,200	1,718,849	1,874,249	1,983,192	2,045,421
개인회원	345,142	481,764	670,485	1,396,241	1,873,455	1,688,384	1,833,601	1,928,332	1,980,058
단체회원	16,990	18,337	21,120	23,615	27,745	30,465	40,648	54,860	65,363

〈표 2-6〉 연도별 에코마일리지 에너지 절감 성과

(단위: TOE)

구 분	합계	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
에너지 절감량 (절감률)	750,286	-22,083 (-1.0%)	47,360 (2.1%)	101,501 (4.2%)	153,375 (3.0%)	367,832 (7.8%)	210,694 (4.5%)	8,444 (0.3%)	63,384 (1.4%)	-180,220 (-3.7%)

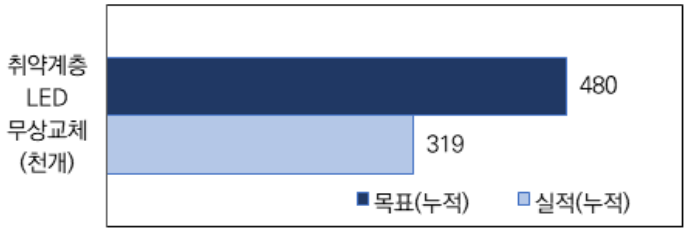
○ 취약계층 LED 보급은 2015~2018년 기간 동안 215,000개 보급 달성

- 취약계층 LED 보급 사업을 통해 2015~2018년 기간 동안 215,000개 보급하여 6,030TOE의 에너지를 절감함
- 2014~2015년에는 매년 10만개 이상 보급하였으나, 2016년부터는 연간 38,000개 정도 보급에 그침
- 「제4차 지역에너지계획」에 따르면 2016~2018년 동안 연간 10만개의 LED를 취약가정에 보급하는 것을 목표로 설정하였으나 목표달성 다소 부진

〈표 2-7〉 서울시 취약계층 LED 보급 실적(2014 하반기~2018)

구 분	계	'14(하)	2015	2016	2017	2018
취약계층 LED 무상교체(천개)	319	104	101	40	39	35
소요예산(백만원)	25,385	6,503	8,003	3,733	3,106	4,040
에너지 절감(TOE)	8,754	2,724	2,835	1,123	1,092	980

자료: 서울시 내부자료, 2019



〈그림 2-11〉 취약계층 LED 무상교체 목표 및 보급 실적

□ 상업부문

○ 2015년부터 2018년까지 민간건물 총 183,320개소에 BRP 사업을 진행

- 총사업비는 1조원 가량이며, 서울시 융자는 483억을 투자하여 약 267천TOE(4.8%)을 절감함

〈표 2-8〉 민간부문 BRP 추진현황

구 분	대상 (개소)	사업비 (백만원)	융자추천 (백만원)	에너지사용량 (TOE/년)	에너지절감량 (TOE/년)	절감률 (%)
계	183,320	1,009,318	48,342	5,566,163	267,012	4.8
2015년	57,333	165,435	13,066	1,003,489	52,993	5.3
2016년	41,699	349,447	13,156	2,176,954	95,510	4.4
2017년	46,458	266,911	11,770	1,236,553	66,031	5.3
2018년	37,830	227,525	10,350	1,149,167	52,478	4.6

자료: 서울시 내부자료, 2019

□ 공공부문

○ 2015~2018년 기간 동안 공공건물 32개소에 대해 건물에너지효율화사업 실행

- 2015~2018년 기간, 공공건물 32개소에 대해 건물에너지효율화사업 실행하여 연간 약 1,053TOE (절감률 6.4%)를 절감
- 공공건물 BRP는 전체 공공부문 목표 절감량의 매우 작은 부분을 차지하고 있음(1% 미만)
- 이는 2018년도 목표 절감량인 5,600TOE에 1/5수준에 불과하여 실적이 상당히 저조한 상황임

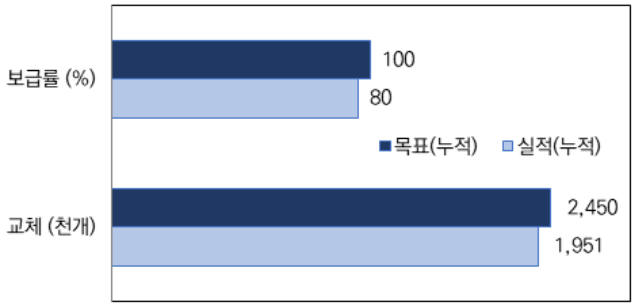
〈표 2-9〉 공공부문 BRP 추진현황

구 분	대상 (개소)	사업비 (백만원)	에너지사용량 (TOE/년)	에너지절감량 (TOE/년)	절감률 (%)	비 고
계	32	5,231	16,369	1,053	6.4	
2015년	6	951	1,768	124	7.0	경로당 5, 시립병원1
2016년	9	2,069	9,363	640	6.8	사회복지시설 등 7, 시립병원2
2017년	8	1,777	4,628	231	5.0	사회복지시설 등 7, 시립병원1
2018년	9	434	610	58	9.5	구로소방서 등 9

자료: 서울시 내부자료, 2019

○ 공공부문 LED 보급 사업은 높은 보급 목표를 수립하고 적극적으로 사업을 진행한 결과, 목표에는 다소 미흡하지만 공공부문 80%의 조명을 LED로 교체하는 성과 거둠

- 서울시는 2018년까지 공공부문 LED 100% 교체를 목표로 설정함[15] 이는 국가 목표인 공공부문 2020년 100% LED 보급 계획에 비해 높은 목표 수준임
- 서울시는 2018년 12월 기준, 공공부문에 총 195만개의 LED를 보급함. 공공건축물 실내조명 178만 개와 실외조명(가로등, 보단등, 공원등) 125,000개를 보급함



〈그림 2-12〉 공공부문 LED 목표 및 보급 실적

- 「제4차 지역에너지계획」에서 공공부문 LED 목표는 2018년까지 약 245만개로써(원전하나줄이기 2018년까지 공공부문 100% 목표, 220만개), 목표 대비 약 80% 달성
- 도로조명 LED 보급률이 34%에 그쳐 부진한 향후 보다 적극적인 보급이 필요함

□ 수송부문

○ 중앙버스 전용차로는 2018년 현재 13개 구간 135.6㎞의 도로에 운영 중임

- 이는 2018년도 목표 191㎞보다 55.4㎞ 낮은 달성률임

〈표 2-10〉 버스 전용차로 운영 현황

기간	구분	합계	가로변버스전용차로			중앙버스전용차로		
			계	전일제	시간제	계	전일제	기타
2014	구간(개)	54	41	23	18	13	12	1
	거리(㎞)	217	92.7	46.3	46.4	124.3	117.5	6.8
2015	구간(개)	53	40	23	17	13	12	1
	거리(㎞)	217	90.9	46.3	44.6	126.1	119.3	6.8
2016	구간(개)	53	40	23	17	13	12	1
	거리(㎞)	216.8	90.7	46.1	44.6	126.1	119.3	6.8
2017	구간(개)	52	39	22	17	13	12	1
	거리(㎞)	219.8	89	44.4	44.6	130.8	121.1	6.8
2018	구간(개)	51	38	21	17	13	12	1
	거리(㎞)	219.3	83.7	40.4	43.3	135.6	128.8	6.8

자료: http://news.seoul.go.kr/traffic/(서울시 홈페이지 교통부문)

15) 공공건물 180만개, 도로조명 40만개, 총 220만개 보급하여 공공부문 LED 100% 보급
서울시, 2014, 에너지살림도시

○ 서울시 자전거 확대를 위한 자전거 도로 확장과 공공자전거 운영은 목표 초과 달성

- 서울시 자전거도로는 꾸준히 증가하여 2018년 916㎞를 기록해 목표인 820㎞를 넘어 96㎞를 초과 달성함

〈표 2-11〉 서울시 자전거도로 및 주차시설 현황

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
자전거도로(㎞)	844.7	804.2	674.4	707.6	724.6	778.8	868.7	888.7	916.0
거치대(대)	114,943	114,943	121,092	137,036	139,001	137,652	140,012	139,683	140,602
주차장(대)	1,797	2,725	3,427	3,812	4,239	4,475	4,741	4,917	5,770
보관함(대)	426	426	426	426	426	426	406	384	299

자료: http://news.seoul.go.kr/traffic/(서울시 홈페이지 교통부문)

- 서울시 공공자전거 역시 꾸준히 증가하여 2018년 20,000여 대의 공공자전거가 운영 중이며, 1,540개의 대여소가 설치됨. 이는 2018년도 목표치인 공공자전거 5,500대에 비해 약 3.6배 초과 달성한 성과이며, 특히 회원수가 109만 명으로 2015년 대비 30배 이상 증가하여 공공자전거 이용이 크게 활성화됨

〈표 2-12〉 서울시 공공자전거 확대 현황

구분(누적)	2015년	2016년	2017년	2018년
자 전 거	2,000대	5,600대	20,000대	20,000대
대 여 소	150개소	450개소	1,290개소	1,540개소
대여건수	11만건	172만건	676만건	1,682만건
회 원 수	3만4천명	21만1천명	59만 8천명	109만 3천명

자료: http://news.seoul.go.kr/traffic/(서울시 홈페이지 교통부문)

○ 서울시 전기차는 2018년 기준 11,423대 보급

- 서울시 전기차 보급은 2017~2018년도에 크게 늘어나서 2018년 현재 11,423대의 전기차가 보급됨. 이중 88%가 승용차이며 버스와 트럭의 전기차 보급은 미미한 수준임

〈표 2-13〉 서울시 전기차 보급현황

(단위: 대)

구 분	계	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
계	11,423	195	210	290	385	253	456	793	3,695	5,146
승용차	10,012	31	36	262	328	164	369	763	3,456	4,603
버 스	45	9	-	5	-	-	-	-	1	30
트 럭	23	-	-	-	-	-	-	4	17	2
이륜차	1,343	155	174	23	57	89	87	26	221	511

자료: 서울시, 2018, 에너지백서

- 서울시 전기차 급속충전시설은 2016년 이후 급속히 증가하여 2018년 기준 총 178곳 운영 중임

〈표 2-14〉 서울시 전기차 급속충전시설 현황

(단위: 대)

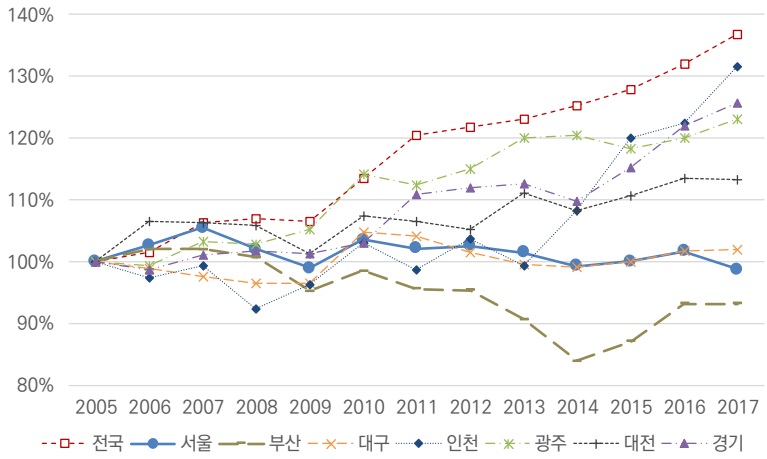
계	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
428	1	12	22	8	6	8	63	130	178

자료: 서울시, 2018, 에너지백서

(3) 수요관리 성과 평가

□ **서울시 2017년 최종에너지소비는 목표 소비량을 초과했지만 LED 보급, 친환경보일러 보급, 버스와 자전거 인프라 확충에서는 큰 성과를 거둠**

○ 서울시 최종에너지 소비는 2017년 목표 대비 14% 초과하였지만, 국가·타지역 에너지 소비량과 비교하면 에너지소비량 증가는 크지 않음 (2005~2017년 국가 최종에너지소비량은 37% 증가한 데 비해 서울시는 1% 감소함)



〈그림 2-13〉 주요 지자체 및 전국 최종에너지 소비

○ 특히, 공공건물 LED, 친환경보일러 보급, 버스와 자전거 인프라 확충은 목표를 넘어서거나 거의 달성하였음

○ 단, 전기차, 민간건물 LED, 건물에너지효율개선 사업은 향후 보다 적극적인 정책개선과 예산 투입을 통해 보급·확대가 필요함

□ **지역에너지계획의 목표와 중점과제 선정 시 명확하고 적절한 목표와 수준이 설정되어야 함**

○ 교육이나 에너지 절약은 정량적 측정이 어려워 실질적인 성과 평가에 어려움 있음

- 에코마일리지는 가정부문 에너지 절감의 39%를 차지하고 있으나, 기온의 증가, 가족원의 변화, 영업일 수 변화, 다른 사업(예, 태양광 지원, 효율 사업 지원 등)과의 중복성 문제 등으로 인해 에너지 절감효과를 정확히 계량하기가 어려운 문제가 있음

- 폐기물 재활용 컨설팅(공공부문), 친환경운전 안내장치(수송부문)과 같은 정책 목표 역시 성과지표로 적절하지 않은 측면이 있음

- 에너지 감축 목표 혹은 생산목표는 이용 가능성과 경제성 등을 고려해야 하며, 가능한 한 측정 가능한 성과지표 형태로 제시될 필요가 있음

□ 가정부문

○ 고효율보일러와 에코마일리지가 전체 가정부문 에너지 절감량 목표의 81%에 달하는데, 건물 에너지효율화와 같은 보다 구조적인 대책에 중점을 둘 필요가 있음

- 「제4차 지역에너지계획」에 따르면 에코마일리지를 통해 2015년 149천TOE, 2016년 121천TOE, 2017년 158천TOE, 2018년 179천TOE 절감 목표를 세웠으나 실제 절감량은 2015년도를 제외하고는 목표에 크게 못 미치는 8,444TOE(2016), 63,384TOE(2017)에 그치고 있음. 특히, 2018년도에는 한파 및 폭염으로 인해 에너지사용량이 3.7% 증가함
- 에코마일리지는 기준 사용량(최근 2년) 대비 6개월간 온실가스 배출량 5% 절감 이상 가구에 대해 마일리지를 지급하는 시민참여 온실가스 배출 저감 프로그램임. 장기적으로 에너지 절약에 한계가 있다는 점과 다양한 요인(세대원 수, 날씨 등)에 의해 에너지 사용이 크게 바뀔 수 있다는 단점이 있음. 이 때문에, 에코마일리지의 에너지 절약 목표를 적절하게 설정함과 동시에 시민들의 자발적인 에너지 절약 실천이 지속될 수 있도록 인센티브 제도개선이 이루어져야 할 필요 있음

○ 전략적 사업 방식을 통해 주택 BRP 강화 필요

- 주택에너지효율화 사업은 사용자의 관점에서 단순한 경제성뿐만 아니라 사용자의 편의성 등을 종합적으로 고려해서 건물 유형별 차별화된 전략 필요.
- 도심재생사업과 연계한 주택에너지효율화 사업, 저소득가구 주택효율개선사업 등을 우선적으로 고려할 필요 있으며, 일부 지역의 유사 건물군을 지정해 단열, 창호, 보일러 교체 사업을 한꺼번에 진행하는 '번들형 BRP' 사업 고려할 수 있음

□ 상업부문

○ 건물 BRP는 에너지 전체 건물부문 에너지 절감 목표량의 30%(859천TOE)로써 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 절감 실적은 267천TOE(주택 포함)에 그쳐 적극적인 대책 필요함

○ 규제정책 도입을 통해 기축 민간건물(특히 에너지다소비건물)의 에너지 효율 강화 필요

- 에너지다소비건물은 서울시 건물부문 에너지 소비량의 12%를 차지하고 있어 이들 건물에 대한 보다 적극적인 대책 마련 필요함
- 현행 에너지 신고와 의무화 제도의 강화[16] 혹은 에너지소비총량제와 같은 보다 적극적인 규제정책을 통해 에너지다소비건물의 효율개선 확대 필요함

○ 신규건물의 에너지 성능 기준 및 관리 · 감독 강화 필요

- 서울시는 2025년 신축건물 제로에너지건물(zero energy building, ZEB) 의무화 예정
- 제로에너지건물에 대한 기준 설정과 관리운영방안을 마련하여 실질적인 에너지 절감으로 지속될 수 있도록 해야 함

16) 에너지다소비사업장의 범위를 현재 2천TOE 이상 사업장에서 1,000TOE 또는 1,500TOE 이상 건물로 확대, 에너지 사용량이 전년 대비 과도하게(예, 10% 이상) 증가했다면 절감계획을 수립하여 제출토록 강제, 에너지 진단 결과에 따른 개선 명령 대상을 확대하고 이에 대한 강제력을 확보할 필요가 있음

□ 공공부문

○ 공공부문 에너지 절감의 큰 비중을 차지하고 있는 폐기물 재활용, 재활용 컨설팅은 에너지 절감 효과를 계량화하기 어려운 측면이 있음

- 에너지살림도시(2014년)에서 재활용 컨설팅을 통해 114천TOE 절감 목표 설정하였으나 단순히 컨설팅으로 에너지절감량을 계량화하기 어려움

○ 에너지 소비 증가추세를 보이는 공공부문의 에너지 효율을 강화할 필요 있음

- 공공부문 LED 확대 (특히 옥외조명), 공공데이터 센터 효율 개선, 물순환센터 등과 같은 기반시설의 에너지효율화 필요함

- 서울시 3,000㎡ 미만의 중소형 공공건물(1,000여 개)은 에너지 진단 의무대상에 포함되어 있지 않아 이에 대한 대책 마련이 필요

□ 교통부문

○ 교통수요관리 측면에서 버스중앙차로 확대, 자전거도로 및 공공자전거 확대는 목표를 거의 달성하거나 초과함

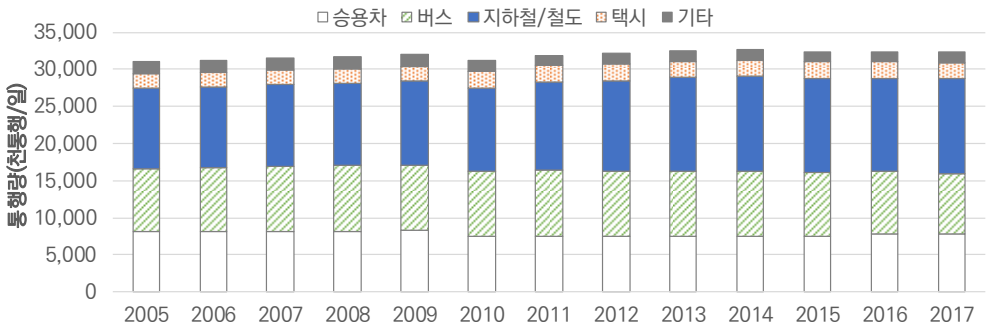
- 하지만 「제4차 지역에너지계획」에서 가장 큰 감축 수단으로 제시된 드라이빙 마일리지제도(주행거리에 따라 자동차 할인 적용하는 제도)와 친환경운전 안내장치 부착 등은 실행력을 담보하기 어려울 뿐 아니라 자료 확보 및 계량화 어려움

- 친환경운전 안내장치 목표 과도 설정 (에너지살림도시 8,209TOE, 제4차 지역에너지계획 110천TOE)

○ 서울시 하루 평균 통행량은 2014년 대비 2017년 다소 줄었지만, 승용차 통행량 분담률은 2014년 22.8%에서 2017년 24.4%로 증가하여 보다 적극적인 승용차 대책 마련 필요함[17)]

- 2014년 일평균 총통행량은 32,690천통행/일에서 2017년 32,287천통행/일로 1.2% 감소함. 버스는 같은 기간 동안 통행량 분담률이 27%에서 25.1%로 감소하고 지하철과 철도는 39%에서 39.9%로 증가, 택시는 6.8%에서 6.5%로 감소함

- 서울시는 미세먼지 대응을 위해 2019년 2월부터 비상저감조치 시행시 5등급 차량 운행제한을 시행하고 있으며 12월부터는 12월~3월 '미세먼지 계절관리제(미세먼지 시즌제)'를 도입해 봄철 고농도 미세먼지 발생을 사전에 막고자 함



〈그림 2-14〉 서울시 1일 교통수단별 통행 현황

17) http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

○ 전기차는 서울시 총 등록대수(312만 대) 대비 약 0.37%로서 목표 대비 1/10 수준으로 보급 부진함

- 충전 인프라 및 친환경 차량에 대한 인센티브(주차, 통행료, 세금 감면 등) 확대가 필요함

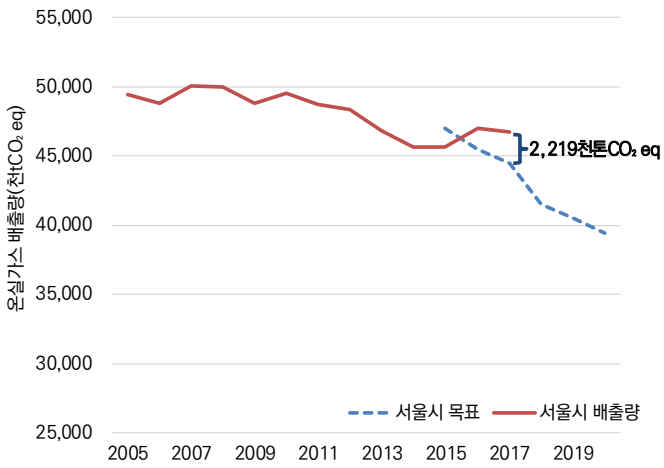
2) 온실가스 감축

(1) 온실가스 배출 현황

□ 2017년 온실가스 배출량은 46,685천톤CO_2eq로 2005년 대비 5.6% 감소에 그침

○ 2017년 배출량은「제4차 지역에너지계획」2017년 목표 대비 2,219천톤CO_2eq 초과함

- 서울의 약속(2015) 목표: 49,445천톤(2005년) → 37,100천톤(2020년) → 30,000천톤(2030년)
- 제4차 지역에너지계획(2015) 목표: 49,445천톤(2005년) → 39,467천톤(2020년) → 29,467천톤(2030년) →27,967천톤(2035년)



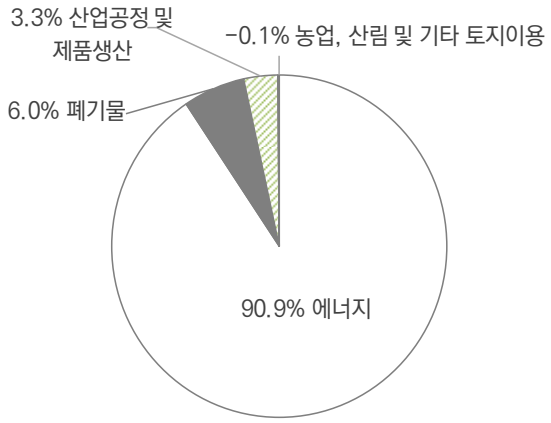
〈그림 2-15〉 서울시 온실가스 감축 목표 및 배출량

〈표 2-15〉 서울시 온실가스 배출 실적

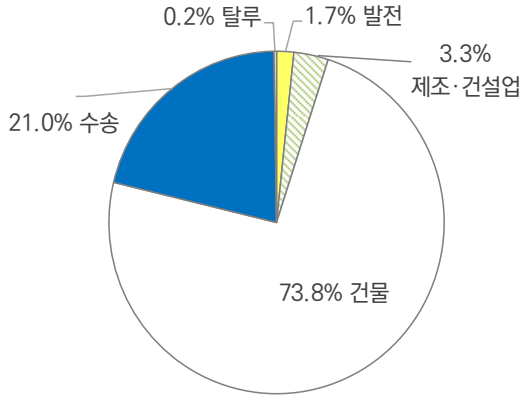
연 도	온실가스 배출 (천톤CO_2eq)
2005년	49,445
2011년	48,672
2012년	48,311
2013년	46,817
2014년	45,673
2015년	45,646
2016년	46,986
2017년	46,685

○ 부문별 배출현황으로는 에너지부문이 서울시 전체 온실가스 배출량의 90.9%를 차지하고 있어 에너지부문에서의 대응이 온실가스 배출 감축에도 중요함. 이어서 폐기물부문이 6.0%, 산업공정 및 제품생산부문이 3.3%를 차지함

○ 에너지부문의 배출현황을 세부적으로 살펴보면, 건물부문이 전체 배출량의 73.8%를 차지하고 이어서 수송부문 21.0%, 발전부문 1.7%로 구성됨



〈그림 2-16〉 서울시 온실가스 부문별 배출 비중(2017)



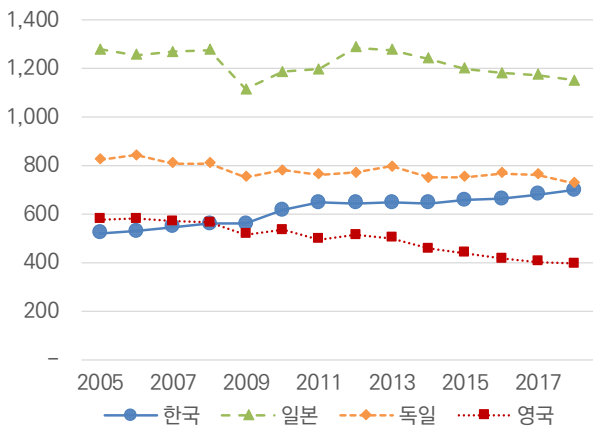
〈그림 2-17〉 서울시 에너지부문 온실가스 배출 비중(2017)

(2) 온실가스 감축 성과 평가

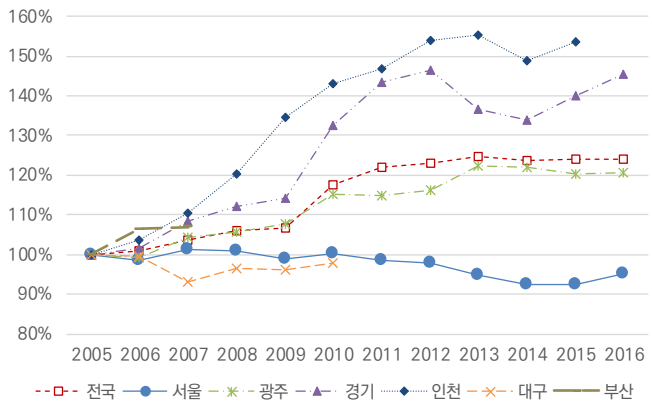
□ 우리나라 온실가스 배출량은 증가한 데 반해 서울시 배출량은 감소 추세가 두드러짐

○ 우리나라는 2005년 독일에 비해 63.3%, 영국에 비해 90.2%의 온실가스를 배출하였으나, 2018년 독일과 거의 같은 수준의 배출량을 보이고 있으며, 영국에 비해서는 56.5%나 높은 배출량을 보임[18)]

○ 국가 온실가스 배출량은 2005년 561.8백만톤CO_2eq에서 2017년 709.1백만톤CO_2eq으로 26% 증가한 데 비해 서울시 배출량은 5.6% 감소. 타 주요 도시에 비해 감소 추세가 두드러짐[19)]



〈그림 2-18〉 주요 국가 온실가스 배출 추이



〈그림 2-19〉 주요 지자체 및 전국 온실가스 배출 추이

○ 건물 및 수송부문 보다 적극적인 온실가스 배출관리가 필요함

- 건물부문 중 주택부문은 2005년 대비 14% 감소한 데 반해 상업건물은 17% 증가함
- 공공건물이 차지하는 비중은 상대적으로 작지만 2005년 대비 9% 증가하여 우선적 노력 필요함

18) BP, 2019, Statistical Review of World Energy
19) 환경부, 2019, 2019년 국가 온실가스 인벤토리(1990~2017)

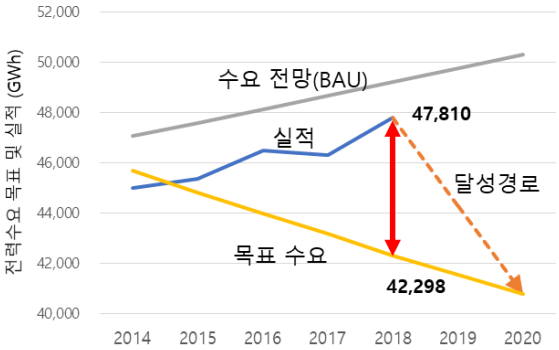
3) 전력자립률

(1) 전력자립률 현황

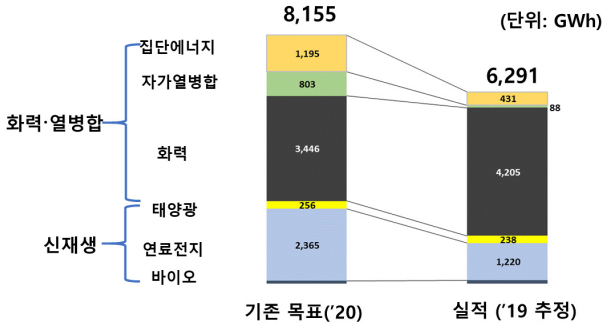
□ **에너지살림도시(2014) 및 「제4차 지역에너지계획」의 전력자립률 목표는 2020년 20%이지만 2018년 4.4%에 그치고 있음[20]**

○ 2018년 전력 수요는 47,810GWh로 「제4차 지역에너지계획」 목표 수요인 42,298GWh에 비해 약 13%(5,512GWh)를 초과함. 생산 역시 「제4차 지역에너지계획」 2018년 목표(6,363GWh) 대비 4,277GWh 미달한 2,086GWh에 그치고 있음[21]

- 2019년 완공된 서울화력을 고려하면 서울시의 전력생산량은 6,291GWh가 될 것으로 추정함(단, 서울화력의 가동률 60% 가정)



〈그림 2-20〉 전력수요 목표 및 실적



〈그림 2-21〉 서울시 전력생산 목표 및 실적

(2) 전력자립률 성과 평가

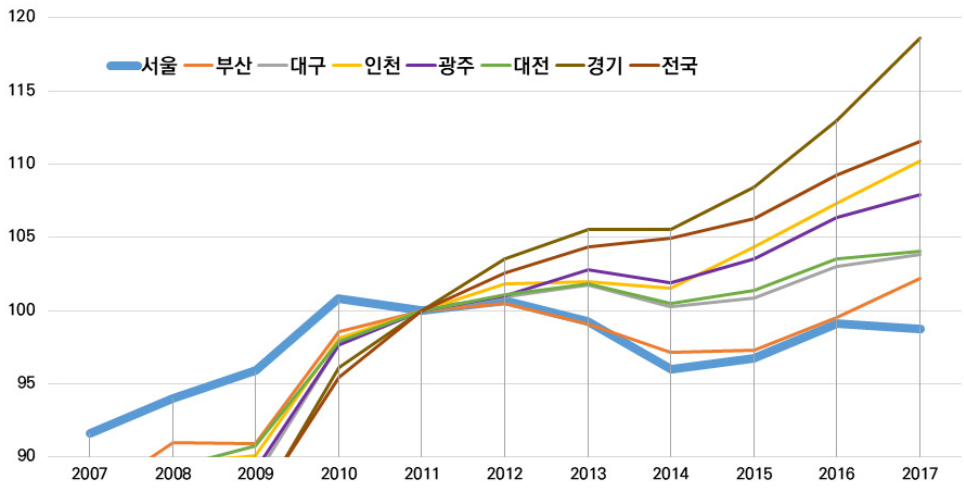
□ **서울시는 효율화와 절약을 통해 2018년 기준 약 8,693GWh의 전력을 감축함**

○ 서울시는 효율화와 절약을 통해 2018년 약 8,693GWh를 감축하였으며, 이는 2018년 목표(6,923GWh) 대비 1,770GWh를 초과 달성한 수준임

- 서울시 전력 수요는 목표 수요에 비해서 증가하였지만 국가·타 지자체 전력수요와 비교해 보면 상당히 낮은 수준임. 2011~2017년 동안 서울 전력수요가 약 1% 감소한 데 비해 국가 전력수요는 약 12% 증가함

20) 전력생산량은 실제 전력생산량이 아니라 설비의 평균가동률을 기준으로 산정한 전력생산량임, 예를 들어 태양광은 3.2시간/일, 연료전지 가동률 90%, 열병합발전 40%, 서울화력 60%. 이러한 방법은 실제 생산량과는 차이가 있지만, 이들 설비의 가동률이 국가정책과 시장 상황(발전원가 중심 급전 순위 방식)에 따라 제한되기 때문에 평균가동률을 이용하여 발전량을 산정함

21) 서울시 내부자료. 2019

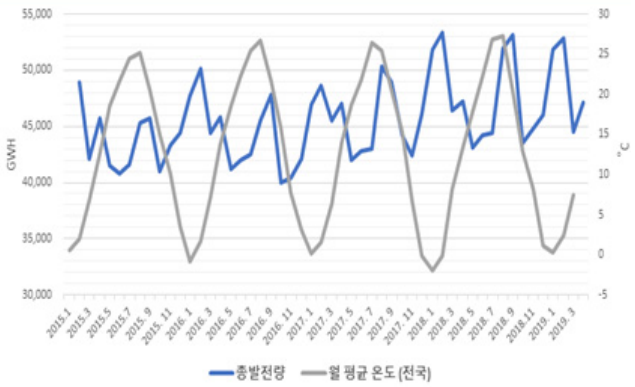


주: https://bigdata.kepco.co.kr/(전력데이터개방포털시스템)의 전력사용량을 바탕으로 산정

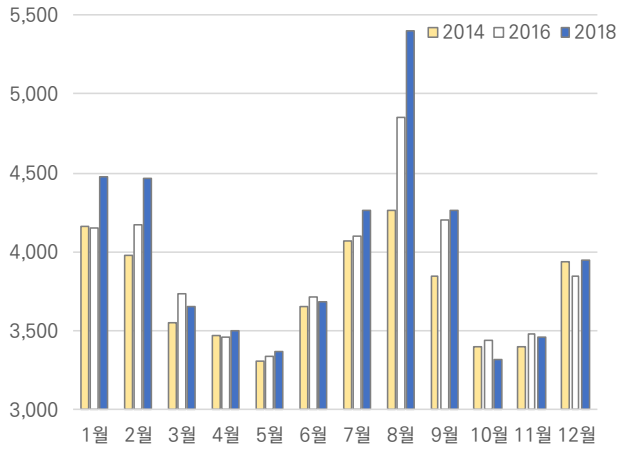
〈그림 2-22〉 2011년 대비 주요 광역지자체 및 전국 전력 수요 변화

○ 서울시 전력 소비증가 요인은 수요관리 정책의 실행 부진과 기상요인 및 경제 조건 등과 같은 외부 요인이 복합적으로 작용한 결과로 볼 수 있음

- 특히, 전력수요는 단기적으로 경제요인과 기상요인의 영향을 많이 받는데, 2017~2018년 폭염과 한파는 서울시 단기 전력수요에 큰 영향을 미친 것으로 추정됨



〈그림 2-23〉 월 평균 온도에 따른 총 발전량 변화



〈그림 2-24〉 서울시 월별 전력소비량 비교

□ **2018년 서울시 전력생산량은 2.1GWh로 목표인 6.4GWh에 미달**

○ 2018년 서울시 전력생산량 목표는 6.4GWh이나, 생산량은 2.1GWh에 그쳐 목표 비해 4.3GWh 가량이 부족한 상황

- 2020년 예정되었던 마곡 CHP 완공이 지연되어 전력자립률 목표달성에 차질 발생(↓2.4%)
- 발전용 연료전지 200㎿ 부진한 상황 (현재 152㎿, 110㎿는 발전사업허가 단계)
- 2019년 하반기 서울복합화력(800㎿) 준공 예정되어 전력자립률 제고 예상됨(6~8%)

4) 신재생에너지 비중[22)]

(1) 신재생에너지 현황과 목표

□ **2017년 기준 서울시 신재생에너지 생산량은 624.7천TOE**

○ 신재생에너지 총발전량은 595,227㎿h이며 폐기물을 제외한 재생에너지 발전량은 150,478㎿h

- 같은 해 전력소비량은 46,298GWh로 폐기물을 제외한 재생에너지 보급률은 약 0.33%

○ 에너지살림도시(2014)의 신재생에너지 발전 비중 목표는 2020년 1차에너지 대비 5%(2020년)

○ 「제4차 지역에너지계획」의 최종에너지 대비 신재생에너지 발전 비중 목표는 2020년 10%, 2035년 16%로 설정되어 있음

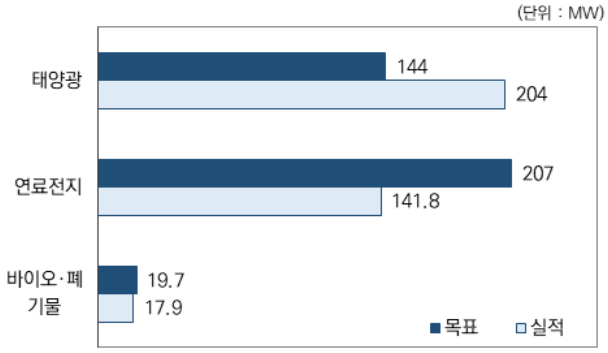
(2) 신재생에너지 성과 평가

□ **신재생에너지 생산량은 2013~2017년 기간 동안 매년 23% 증가하였으나 2017년 목표에는 다소 미달함**

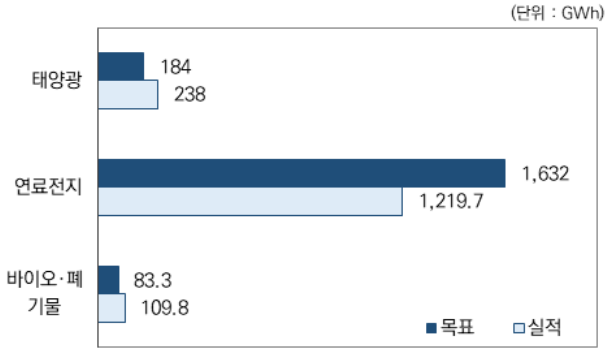
○ 2017년 서울시 신재생에너지 생산량은 624.7천TOE로 최종에너지 대비 4.2% 수준임[23)]

- 생산량 측면에서는 「4차 지역에너지계획」 목표 대비 82% 달성함

- 태양광은 목표를 초과하였으나 생산량이 큰 연료전지는 실적이 저조한 상황



〈그림 2-25〉 신재생에너지 설치용량 목표 대비 성과

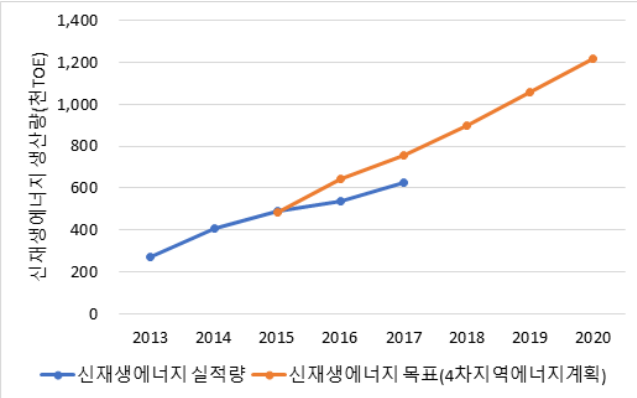


〈그림 2-26〉 신재생에너지 생산량 목표 대비 성과

○ 신재생에너지원 중 연료전지, 폐기물, 바이오 등 국제적인 기준에서 재생에너지로 볼 수 없는 에너지원이 대부분을 차지함

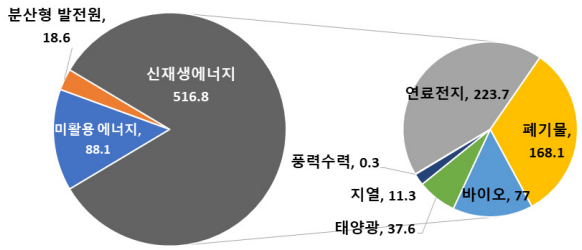
- 서울시 신재생에너지 생산량 중 법정 신재생에너지[24)] 생산량은 518천TOE로써 전체 생산량의 83%를 차지하고 있음

22) 서울시 기준은 법정 신재생에너지원(태양광, 폐기물, 바이오 등)과 미활용에너지 및 분산형 발전원을 포함함
23) 태양광, 연료전지, 미활용에너지는 설비의 표준 생산량을 기준으로 산정함
24) 법정 신재생에너지는 태양광, 태양열, 연료전지, 지열 등 11가지 에너지원임. 서울은 해양, 수력, 풍력 등 재생에너지 자원이 미약하여 외부수열 등 미활용에너지 또는 건물용 열병합 발전 등 분산형 에너지원을 광의의 신재생에너지원으로 취급



자료: 서울시 내부자료, 2019

〈그림 2-27〉 서울시 신재생에너지 목표 및 실적



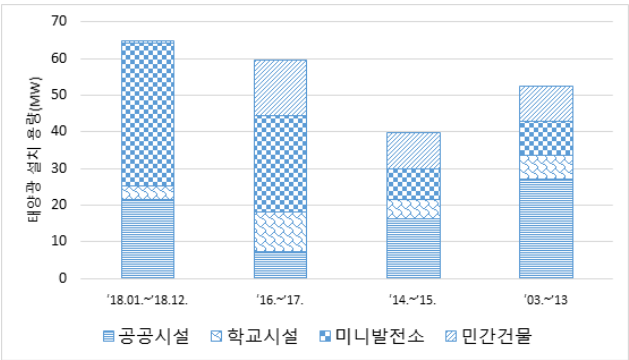
자료: 서울시 내부자료, 2019

〈그림 2-28〉 서울시 신재생에너지 구성

□ 태양광은 2018년 말 기준 204㎿ 보급에 성공하여 목표 초과 달성

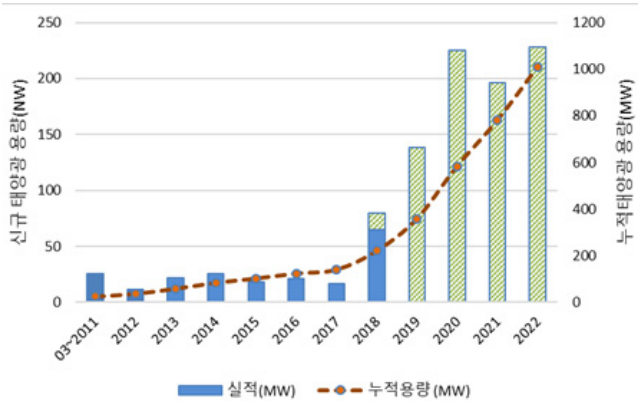
○ 2018년 말 기준, 서울시는 204㎿의 태양광을 보급함으로써 「제4차 지역에너지계획」 목표(2018년도 144㎿)를 초과 달성함

- 서울시 태양광 부문별 설치현황을 살펴보면, 공공건물과 미니발전소가 전체 태양광 용량의 71% 차지함
- '태양의 도시, 서울(2017)' 선언 이후 2018년 한 해에만 52㎿의 태양광이 설치되었는데, 이는 2017년 대비 두 배가량 증가한 용량임
- 특히, 베란다 태양광은 2018년 41,704개가 설치되어 전년 대비 (2017년 18,605개) 2배 이상 증가함
- 서울시의 적극적인 태양광 지원 정책으로 「제4차 지역에너지계획」 상의 보급목표는 달성되었으나, 향후 '태양의 도시, 서울' 의 도전적 목표를 앞두고 있어서 보다 적극적인 보급정책 필요



자료: 서울시 내부자료, 2019

〈그림 2-29〉 서울시 부문별 태양광 발전시설 보급현황



〈그림 2-30〉 서울시 태양광 보급현황 및 '태양의 도시, 서울' 목표

□ **연료전지는 2018년 말, 534개소 141.8㎿가 보급되어 목표 미달**

○ 「제4차 지역에너지계획」 연료전지 보급 목표는 2018년 207㎿로 목표에 비해 다소 미달

- 보급용량 중 발전소(민자)가 7개소 139.1㎿, 가정용 423개소 434㎾, 건물형 102개소 2.3㎿로 발전용 연료전지가 가장 큰 비중을 차지하고 있음
- 정부의 수소 정책에도 불구하고 서울시는 주민 민원, 부지확보, 파이낸싱 문제로 대규모 연료전지에 대한 사업성이 어려운 상황
- 현재 계획되어 있는 연료전지 사업의 진행을 촉진하고, 향후 중소형·건물형 연료전지 확대에 중점을 둘 필요가 있음

〈표 2-16〉 연료전지 발전시설 현황 및 계획

연번	설치위치(관리기관)	소재지	사업자	용량(㎿)	추진현황
1	노원자원회수시설 (서울에너지공사)	노원구 상계동	포스코E&E	2.4	2009.08. 가동개시
2	고덕차량기지 1차 (서울교통공사)	강동구 강일동	고덕그린에너지	19.6	2014.10. 가동개시
3	노을공원 (녹색에너지과)	마포구 상암동	노을그린에너지	20	2016.12. 가동개시
4	강동연료전지 (SK E&S)	강동구 고덕동	파주에너지서비스	19.8	2016. 11. 발전사업 허가
5	서울화력발전 (중부발전)	마포구 당인동	중부발전 (자체사업)	6	서울화력발전시설 연계 2020년 준공 예정
6	서남물재생센터 (물재생시설과)	강서구 마곡동	두산건설(주)	30.8	2017. 7. 발전사업 허가
7	고덕차량기지 2차 (서울교통공사)	강동구 강일동	SK E&S	19.8	2017. 11. 발전사업 허가
8	암사아리수정수센터 (상수도사업본부)	강동구 암사동	SK E&S	19.8	2018. 4. 발전사업 허가
9	KT 우면연구소	서초구 우면동	KT	0.9	2019. 1. 발전사업 허가
10	서울에너지공사 본사 (서울에너지공사)	양천구 목동	서울스마트에너지	3	2019. 9. 발전사업 허가
11	방화공급기지 (서울도시가스)	강서구 마곡동	서울도시가스 (자체사업)	30	사업추진 중
12	모란차량기지 (서울교통공사)	성남시 중원구	SK 건설	20	사업추진 중
13	4개 물재생센터		예스코 서울도시가스 코원E&S	180	2035년까지 단계적 추진

제 3 장
에너지 및 온실가스 현황 분석

가. 에너지 영향요인 분석
나. 1차에너지 생산 및 공급 현황
다. 최종에너지 소비 현황
라. 온실가스 배출 현황

03 에너지 및 온실가스 현황 분석

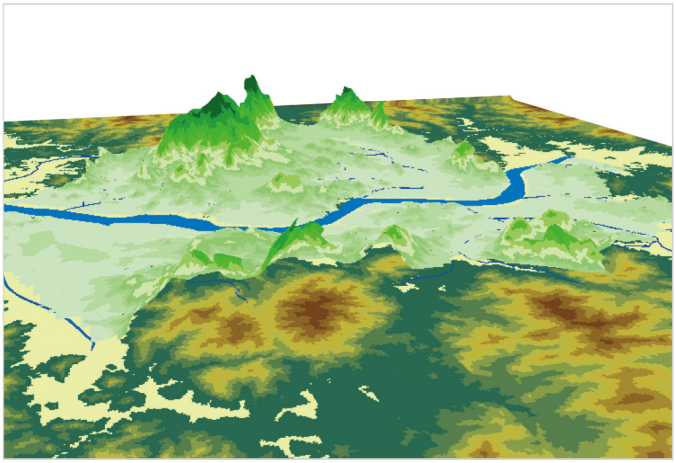
가. 에너지 영향요인 분석

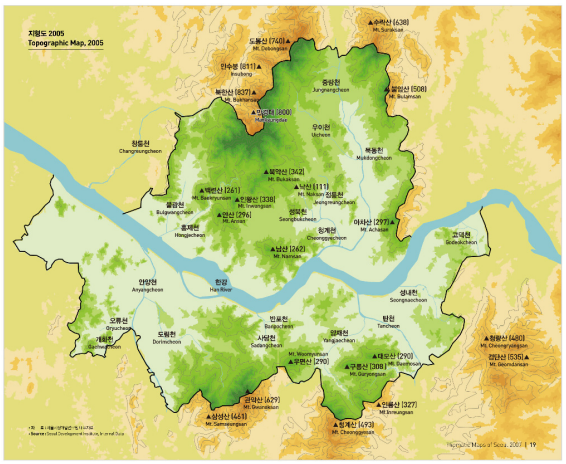
1) 서울시 일반현황[25)]

□ 지형 및 지리적 여건

○ 한반도 서측 중앙부에 위치한 서울의 면적은 605㎢로 도시 중심부의 동서 방향으로는 한강이 흐르고 있으며, 산악에 둘러싸인 분지지형을 이루고 있음

○ 행정경계를 중심으로 북쪽으로는 북한산, 도봉산, 동북쪽으로는 수락산, 불암산, 남쪽으로는 관악산과 청계산이 경기도와 경계를 이루며, 이들 산지 사이를 한강의 지류인 청계천, 중랑천, 불광천, 안양천, 탄천, 양재천 등이 흐르고 있음





자료: http://data.si.re.kr(서울연구데이터서비스)

〈그림 3-1〉 서울의 지형

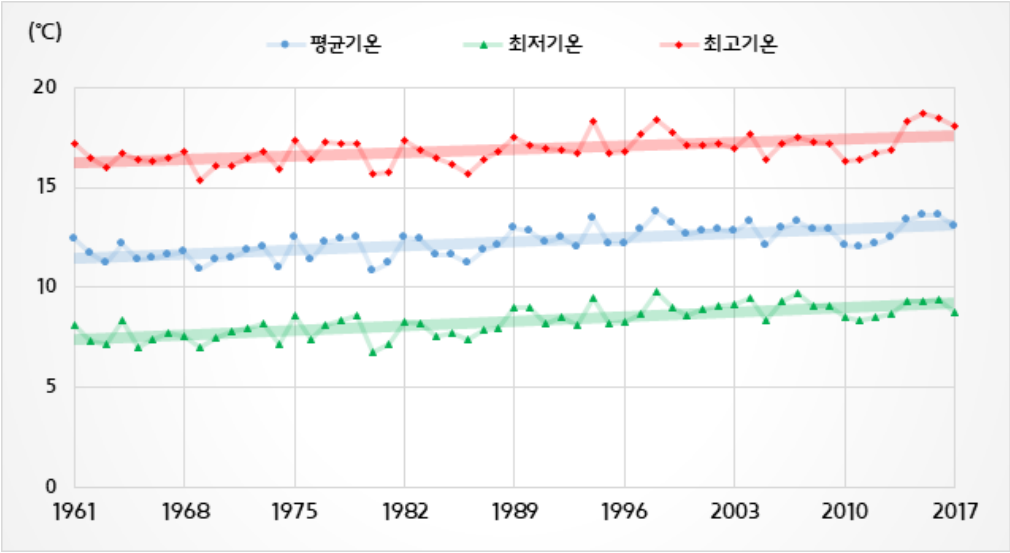
□ 기온

○ 서울기상대(종로구 송월동 소재)에서 측정한 평년 기후 자료(1961~2017년)에 따르면, 서울의 연평균 기온은 12.3℃, 상대습도는 65.6%, 연강수량 1,399.3mm, 연평균 풍속 2.4㎧로 나타남

○ 처음 기록된 10년(1908~1917년) 기간 연평균 기온은 10.6℃, 마지막 10년(2008~2017년) 동안 12.8℃로 2.2℃ 높아져 상승 경향이 뚜렷함

25) 서울시, 2017, 2차 수도권대기환경관리 기본계획 변경에 따른 서울특별시 시행계획 변경수립 보고서 재인용

○ 연평균 최고기온의 경우에는 1908년부터 1917년에는 16.0℃, 1998년부터 2007년에는 17.4℃로 1.4℃ 상승, 연평균 최저기온은 1908년부터 1917년에는 5.9℃, 1998년부터 2007년에는 8.9℃ 수준으로 3.0℃ 상승하여 연평균 최저기온이 가장 크게 변화하고 있음



〈그림 3-2〉 서울시 기온 변화(1961~2017)

□ 강수량

○ 강수량은 최근 10년(2008~2017년) 기간 평균 약 1,387.9㎜ 수준이며, 이 가운데 7~9월의 강수량이 1년 강수량의 약 65% 정도 3개월에 집중됨

○ 연평균 상대습도는 감소하고 있으며, 다소 건조한 상태를 유지[26]

〈표 3-1〉 서울시 도시기후 변화 비교

구분	기온(℃)			강수량 (mm)	일조시간 (h)	상대습도 (%)	평균풍속 (%)
	평균	최고	최저				
1960년대(1961~1970)	11.6	16.4	7.5	1,495.7	2,114.2	70	2.4
1970년대(1971~1980)	11.8	16.7	7.9	1,216.2	2,000.2	69	2.5
1980년대(1981~1990)	12.0	16.6	8.0	1,364.8	2,209.5	67	2.5
1990년대(1991~2000)	12.7	17.3	8.7	1,452.4	2,133.2	65	2.2
2000년대(2001~2010)	12.8	17.1	9.1	1550.2	1,856	62	2.3
2010년대(2011~2017)	12.9	17.7	8.9	1273.6	2,433	59	2.6

자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

26) 최근 10년간 인천의 평균 강수량은 1,402.3㎜, 수원 1,492.6㎜ 수준임

□ 인구

○ 25개 자치구로 이루어진 서울시는 2017년 현재 전 국토 면적의 0.6%(605㎢)에 불과하지만 인구는 9,857천 명으로 전국 인구의 약 19.0% 비중을 나타내고 있음

○ 이러한 서울시 인구수는 1999년~2017년 동안 증가와 감소를 반복하여 왔으나, 여전히 전국에서 가장 높은 인구밀도를 보이고 있음

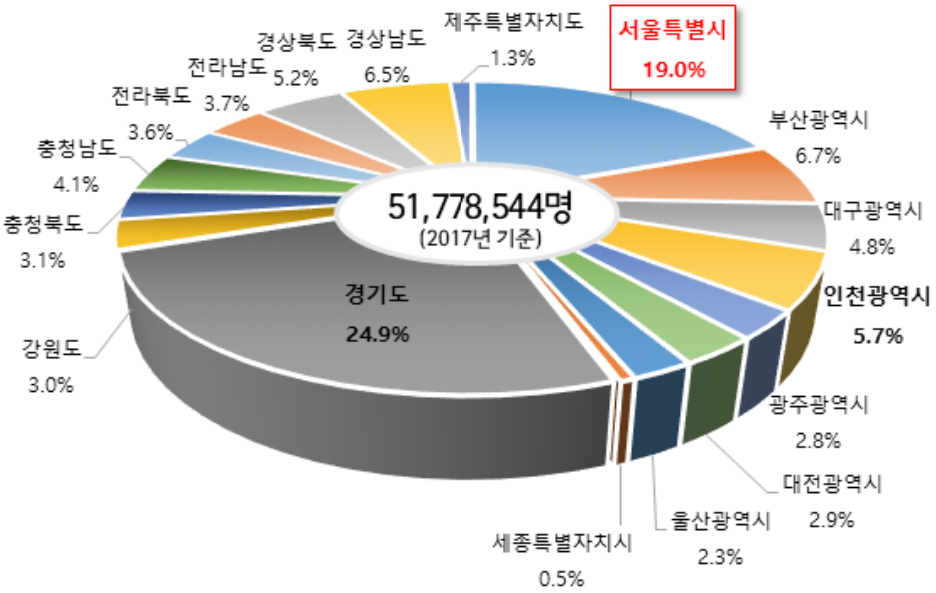
〈표 3-2〉 수도권 인구밀도 비교(2017)

구분	전국	서울특별시	인천광역시	경기도	수도권
총 인구(인)	51,778,544	9,857,426	2,948,542	12,873,895	25,679,863
행정구역(㎢)	100,210	605	1,029	10,171	11,805
인구밀도(인/㎢)	517	16,293	2,865	1,266	20,424

주: 주민등록인구 기준
자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

○ 2017년 기준 광역 지방자치단체별 인구 비율을 비교할 경우 경기도가 24.9%로 가장 많은 비율을 차지하고, 다음으로 서울이 19.0%, 인천 5.7% 비중의 인구 비율을 나타내고 있음

○ 전국 인구의 약 49.6% 비율이 수도권 지역(서울, 인천, 경기)에 집중되어 도시화의 진행속도가 가장 빠르게 진행되고 있는 것으로 나타남



자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

〈그림 3-3〉 전국 시도별 인구 비율

○ 전국 및 서울시의 가구당 인구수를 비교하면, 전국의 평균 가구당 인구수는 1995년 가구당 3.24명 이었으나 계속 감소하여 2017년에는 가구당 2.39명 수준으로 감소

○ 서울의 경우 전국 평균 보다 작은 수준으로 1995년 3.09명, 2017년 2.34명으로 나타남

○ 이는 서울시와 같은 대도시의 경우 핵가족화와 저출생 경향, 그리고 1인 가구 증대 등의 영향인 것으로 추정

〈표 3-3〉 수도권 인구밀도 비교(2017)

(단위: 명/가구)

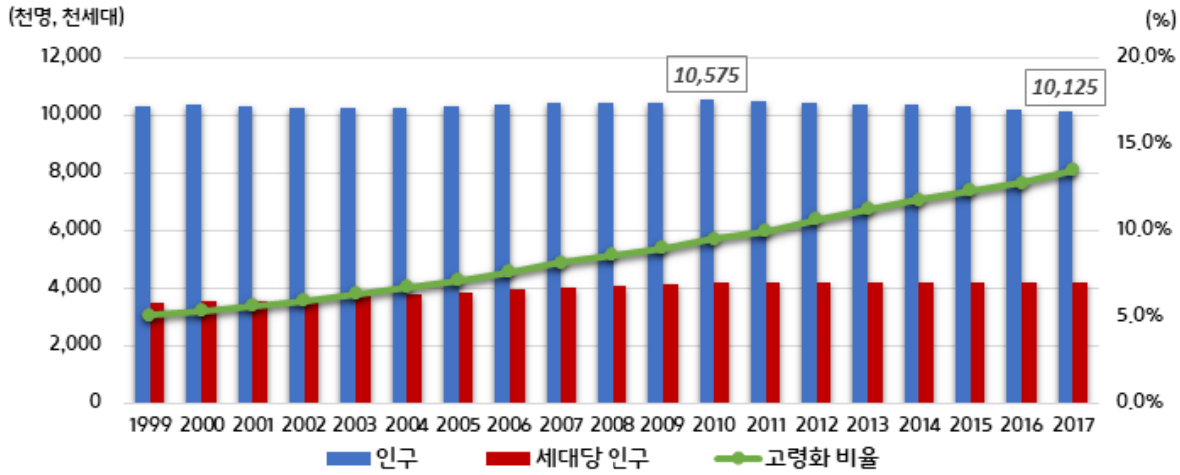
구 분	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2017년
전국	3.24	3.03	2.73	2.54	2.45	2.39
서울시	3.09	2.91	2.63	2.44	2.39	2.34

자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

○ 서울에서 65세 이상 고령자 인구가 1990년 368천명에서 2017년 1,359천명으로 3.7배 정도 증가함

○ 전체 인구 대비 고령자 인구 비율은 13.8%로 고령화 사회 기준인 7%를 넘어서고 있음[27)]

○ 서울시 노령화 지수 역시 1995년 20.5%, 2000년 29.1%, 2005년 42.9%, 2010년 69.9%, 2017년 121.5% 수준으로 노령화 속도가 빨리 진행됨[28)]



자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

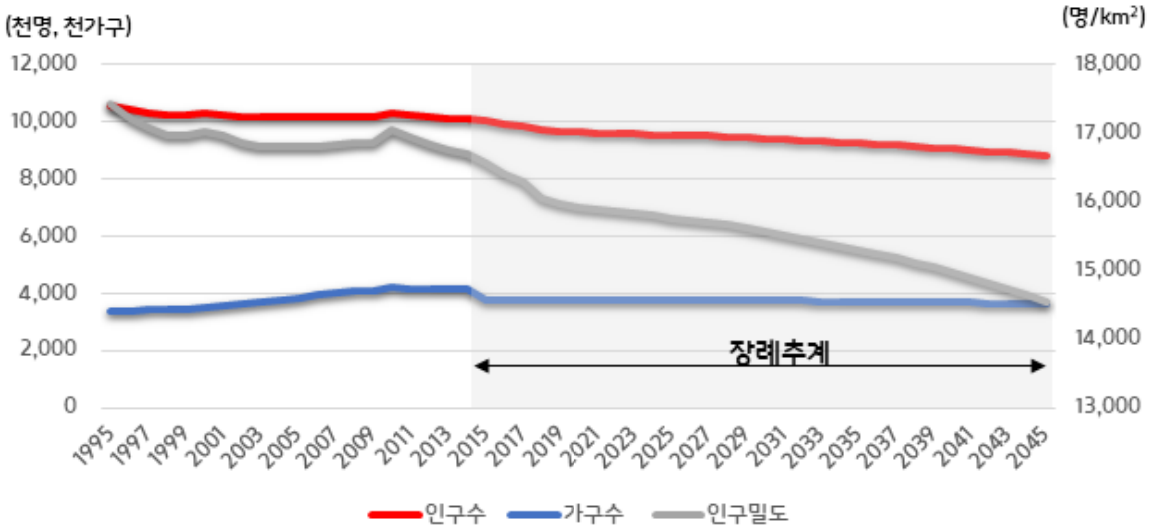
〈그림 3-4〉 서울시 인구수 및 세대당 인구

○ 통계청에서 발표한 서울시 장래인구추계 결과를 살펴보면, 2017년 서울시 추계인구는 978만명으로 2030년(943만명)까지 약 35만명이 감소할 것으로 예상되어 향후 20년간의 인구변화는 안정화 단계로 접어들 것으로 판단(서울시, 2014)

○ 서울의 인구밀도는 1965년 5.728명/㎢에서 1990년 17,514명/㎢으로 급격한 증가 추세를 나타냈으나 1990년 이후 안정된 경향을 보이며, 2030년까지 서울의 인구밀도는 16,836명/㎢의 범위 내로 예측됨[29)]

27) UN에서 규정한 바에 따르면, 65세 이상의 인구가 전체 인구의 7% 이상이면 고령화 사회 aging society), 14% 이상이면 고령사회(aged society), 20% 이상이면 초고령사회(super-aged society)로 분류하고 있음

28) 노령화 지수는 15세 미만 인구 대비 65세 이상 인구 비중으로, 유년인구가 부양해야 하는 고령인구 비중을 나타내며, 지수가 높으면 젊은층이 노인층을 부양해야 하는 부담이 커진다고 볼 수 있음



주: 1995~2014년은 주민등록 인구, 2015~2045년은 장래인구, 장래가구 추계
자료: 통계청, 2017, 장래인구추계 시도편: 2015~2045년

〈그림 3-5〉 서울의 인구 및 인구밀도 변화

□ 주택

○ 1인 가구수와 다가구 주택 호수를 구분함으로써 실질적 주택보급률이 산정되는 신 주택보급률 기준으로 2010년 이후 96% 이상을 유하고 있음[30)]

○ 2016년 기준 약 3,644천호이며, 주택보급률은 96.3% 수준이다. 이 가운데 아파트가 45.0%, 단독주택 31.8%, 다세대주택이 19.2%를 차지하며, 아파트의 주거 비중은 매년 꾸준히 증가하고 있음

〈표 3-4〉 서울시 주택보급률 추이

(단위: %)

년도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
주택보급률	93.7	94.1	93.2	93.6	93.1	97.0	97.1	97.3	97.5	97.9	96.0	96.3

자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

○ 저출생·고령화로 인한 인구구조의 변화는 향후 공급 중심에서 수요 중심으로 주택시장의 환경을 변화시킬 전망

○ 1인 가구의 증가, 주된 주택수요계층(35~54세)의 감소는 주택수요의 감소 추세로 이어질 것으로 추정되고, 이에 따라 주거의 다운사이징, 적정소비구조로의 전환 등의 현상으로 전개될 것으로 전망

29) 2017년~2030년까지 추계 인구밀도는 통계청 장래인구추계 결과를 활용하고, 서울시 면적은 605.96㎢로 계산함
30) 신 주택보급률 산정기준: 주택수의 경우 다가구 주택 구분거처를 반영(1동 -〉 00호), 가구수의 경우 1인가구 및 5인이하 비혈연가구를 포함

□ 산업활동

○ 2016년 전국 지역내 총생산(GRDP) 규모는 약 1,504조 1,446억원(2010년 기준가)으로 2006년에 비해 약 1.4배 정도 증가

○ 서울의 총생산 규모는 매년 증가하는 추세로 2006년 약 261조원에서 2016년 331조원으로 약 26.8% 증가함

○ 그러나 전국 대비 경기도, 인천시의 총생산 구성비는 점차 증가하는데 반해 서울의 전국 대비 총생산 구성비는 점차 감소하는 추세

〈표 3-5〉 지역내 총생산

(단위: 10억원, %)

구분	전국		서울특별시		인천광역시		경기도	
	총생산	비율	총생산	비율	총생산	비율	총생산	비율
2006년	1,091,880	100	261,508	24.0	51,512	4.7	217,607	19.9
2007년	1,151,843	100	274,419	23.8	56,332	4.9	229,682	19.9
2008년	1,179,447	100	279,046	23.7	55,948	4.7	240,151	20.4
2009년	1,187,344	100	281,302	23.7	54,860	4.6	242,970	20.5
2010년	1,265,146	100	289,719	22.9	60,708	4.8	266,562	21.1
2011년	1,308,882	100	298,540	22.8	61,684	4.7	276,071	21.1
2012년	1,338,986	100	304,407	22.7	62,144	4.6	284,068	21.2
2013년	1,376,143	100	307,255	22.3	63,591	4.6	297,215	21.6
2014년	1,422,192	100	314,626	22.1	65,910	4.6	313,266	22.0
2015년	1,462,701	100	325,245	22.2	67,761	4.6	324,595	22.2
2016년	1,504,145	100	331,666	22.1	70,368	4.7	339,943	22.6

주: 2010년 기준가
자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

○ 2016년 서울시 등록 사업체수는 총 820,156개로 서비스업 736,138개(89.8%), 제조업 61,140개(7.5%), 건설업 22,260개(2.7%), 전기·가스·증기 및 수도사업과 하수 · 폐기물 처리, 원료재생 및 환경복원업이 576개(0.07%), 농림·광업 42개(0.01%)로 구성

○ 입지계수(LQ)[31]를 통해 본 서울의 특화산업은 건설업, 도매 및 소매업, 운수업, 출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업, 금융 및 보험업, 부동산업 및 임대업, 건문, 과학 및 기술 서비스업, 사업시설 관리 및 사업지원 서비스업 등임

○ 서비스업 비중은 2006년 88.5%에서 2016년 89.8%로 1.2% 확대된 반면 2016년 제조업과 전기·가스 및 수도사업 비중은 2006년 대비 각각 1.2%, 0.01% 축소되고 있음

31) 입지계수(LQ: Locational Quotient)는 특정 지역의 산업에 대해 국가 혹은 광역권 전체의 동일 산업에 대한 중요도를 측정하는 방법으로 그 산업의 상대적인 특화정도를 나타낸 지수임

〈표 3-6〉 서울시 산업구조의 변화(사업체 수 기준)

(단위: 개, %)

구분	농림·광업		전기·가스 하·폐수		건설업		제조업		서비스업		합계	
2006년	72	(0.01)	520	(0.1)	19,712	(2.7)	63,829	(8.7)	649,626	(88.5)	733,759	(100.0)
2010년	44	(0.01)	485	(0.1)	19,077	(2.6)	53,950	(7.4)	656,175	(89.9)	729,731	(100.0)
2016년	42	(0.01)	576	(0.1)	22,260	(2.7)	61,140	(7.5)	736,138	(89.8)	820,156	(100.0)

자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

□ 교통[32)]

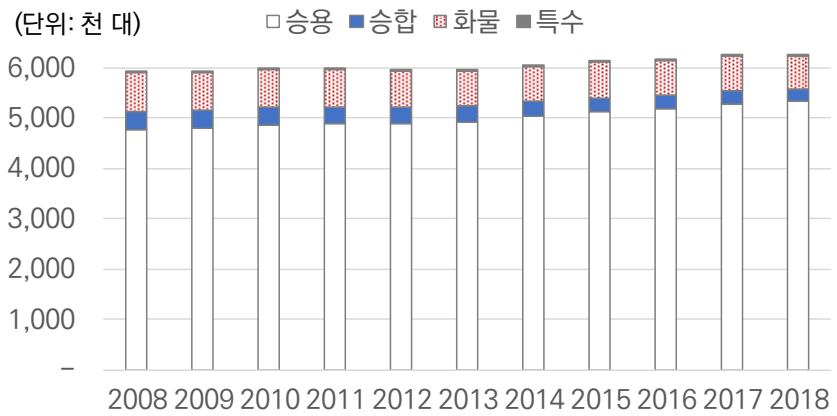
- ○ 수단통행인구는 2017년 기준 32,277천통행/일로 매년 감소 추세를 보임
- ○ 대중교통 수단분담률은 2014년 66.0%까지 향상되었으나 이후 소폭 감소하는 추세이며, 승용차 수단분담률은 2017년 24.4%로 소폭 상승하였음
- ○ 통행속도는 줄어드는 경향을 보이나 도심의 통행속도는 감소와 증가를 반복함

〈표 3-7〉 서울시 주요 교통 통계 지표

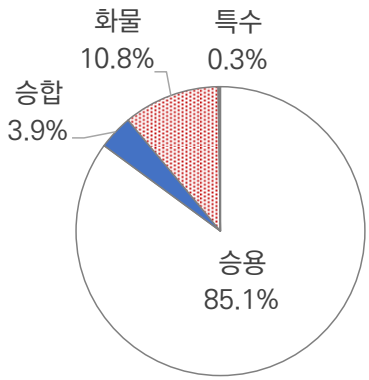
구 분		단위	2013	2014	2015	2016	2017
수단통행인구		천통행/일	32,515	32,689	32,410	32,306	32,277
수단분담률	대중교통	%	65.9	66.0	65.8	65.0	65.0
	(버스)		(27.1)	(27.0)	(26.5)	(26.1)	(25.1)
	(지하철)		(38.8)	(39.0)	(39.3)	(38.9)	(39.9)
	승용차		22.9	22.8	23.0	24.3	24.4
	택시		6.8	6.8	6.8	6.6	6.5
	기타		4.4	4.4	4.4	4.1	4.1
통행속도 (도심)		㎞/h	26.4 (18.7)	25.7 (17.4)	25.2 (17.9)	24.2 (20.2)	24.2 (19.0)

- ○ 서울시 자동차 등록대수 변화를 살펴보면 2008년 2,949,211대에서 2018년 3,124,651대로 10년간 5.9%(175,440대)가 증가
- ○ 2018년 총 등록대수의 85%가 승용차(2,658,637대)
- ○ 승용차와 특수차를 제외한 승합차, 화물차 등록대수는 지속적인 감소 추세

32) 보다 자세한 내용은 '별책2 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석' 참고



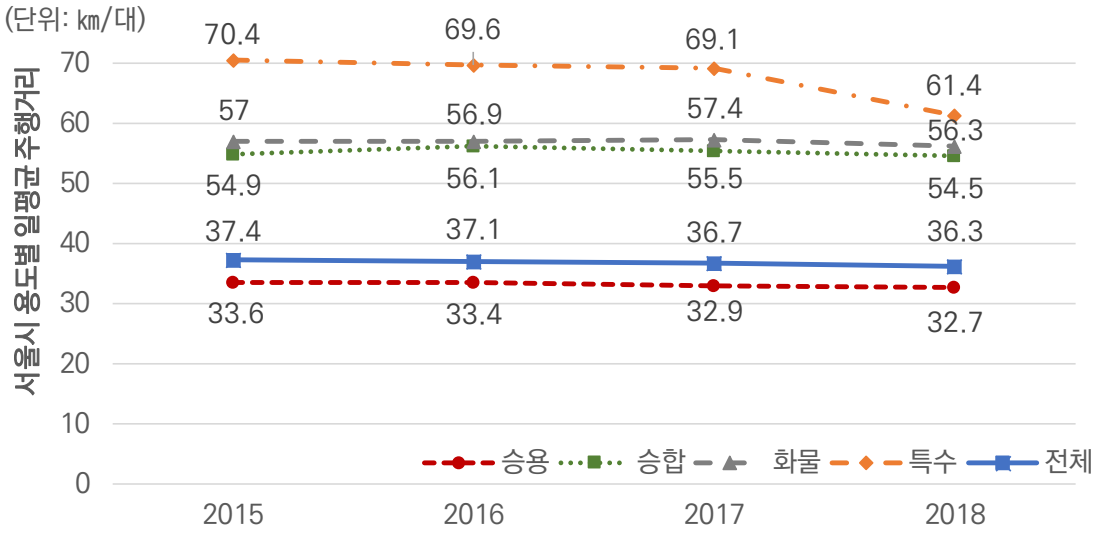
〈그림 3-6〉 서울시 차종별 자동차 등록대수(2008-2018)



〈그림 3-7〉 2018년 서울시 차종별 구성비

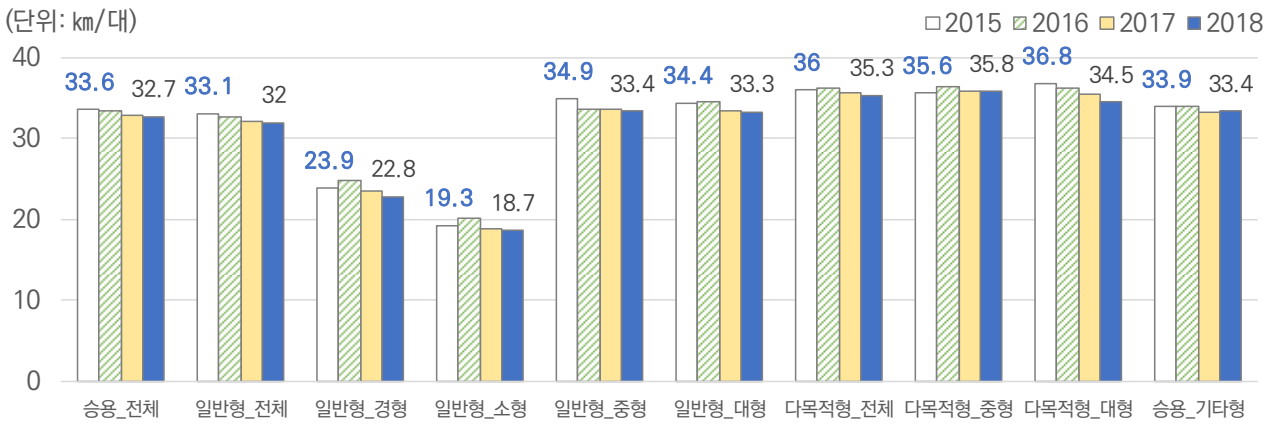
○ 서울시 전체 자동차의 1대당 일평균 주행거리 변화를 살펴보면 2015년 37.4㎞/대에서 2018년 36.3㎞/대로 지속적인 감소 추세를 보임

○ 서울시 자동차 1대당 일평균 주행거리 변화는 승용, 화물, 승합, 특수 등 모든 차종에서 지속적으로 감소함



〈그림 3-8〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화

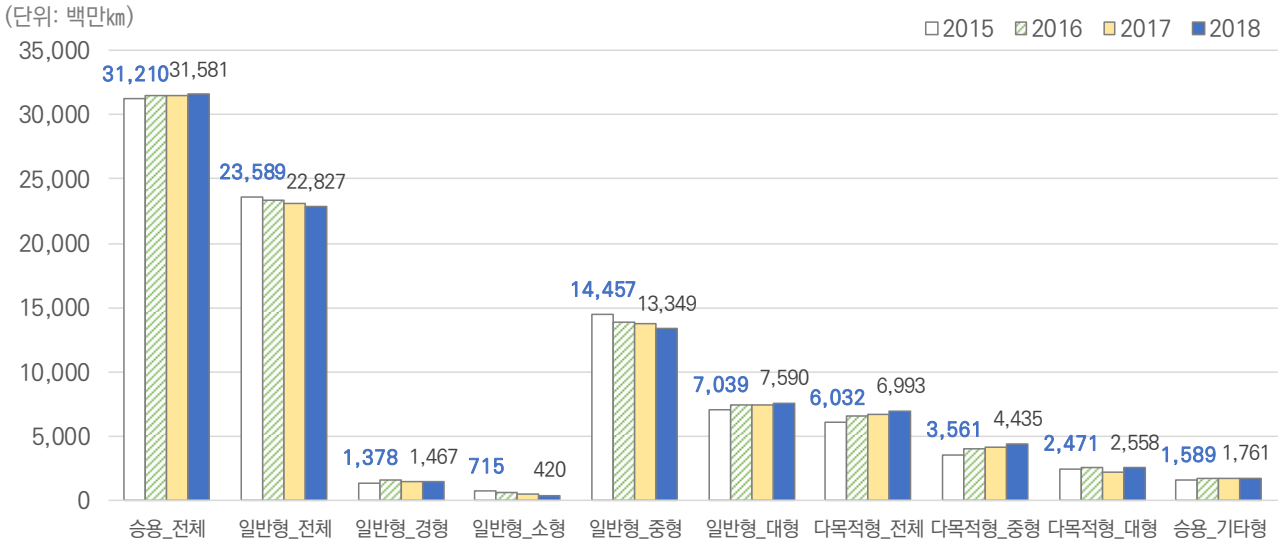
○ 승용차의 1대당 일평균 주행거리 패턴을 살펴보면 경형, 소형, 중형, 대형으로 갈수록 평균 주행거리가 길어지고, 일반형, 기타형, 다목적형으로 갈수록 평균 주행거리가 길어지는 경향을 보임



〈그림 3-9〉 서울시 승용차 일평균 주행거리 변화

○ 서울시 승용차 연간 총 주행거리에서 일반형 승용차 전체는 매년 지속적 감소하는 반면 대형 승용차와 다목적형 및 기타형 승용차의 주행거리는 매년 증가 추세를 보임

○ 서울시 승용차의 일평균 주행거리는 매년 감소하는 반면 대형 승용차 및 중, 대형 SUV의 등록대수가 증가함에 따라 대형, 다목적형 및 기타형 승용차의 연간 총 주행거리가 증가하는 결과로 이어지고 있는 것으로 분석됨



〈그림 3-10〉 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화

나. 1차에너지 생산 및 공급 현황

1) 1차에너지 생산 현황[33)]

○ 서울시의 에너지 생산량은 2017년 기준 약 351천TOE로 전국 1차에너지 생산량의 약 1.9%에 해당함

○ 서울시의 에너지 생산량은 100% 신재생에너지임

〈표 3-8〉 연도별 1차에너지 생산량

(단위: 천TOE, %)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	8,141	8,553	8,639	9,161	9,794	11,116	12,145	13,667	14,944	15,747	18,266
서울	188	183	207	234	256	233	238	293	336	317	351
(비율)	(2.3%)	(2.1%)	(2.4%)	(2.6%)	(2.6%)	(2.1%)	(2.0%)	(2.1%)	(2.2%)	(2.0%)	(1.9%)

자료: 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보, 서울시 내부자료, 2019 재인용

2) 1차에너지 공급 현황[34)]

○ 우리나라는 세계 1차에너지 공급 믹스와 비교할 때 원자력과 석유의 비중이 높으며 가스와 수력 에너지 비중이 낮음

- 2017년 기준 세계 1차에너지 공급량은 석유 34.2%, 석탄 27.6%, 가스 23.4%. 수력 6.8%, 원자력 4.4% 순임. 우리나라는 석유가 39.5%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 석탄 28.6%, 도시가스 15.7%, 원자력 10.5%, 신재생 5.2% 순임

○ 서울시는 1차에너지 공급량은 11.1백만TOE 이며, 이는 국내 1차에너지 총공급량의 3.7%에 해당함. 가장 큰 공급원은 석유와 도시가스임

〈표 3-9〉 1차에너지 공급량(2017)

(단위: 백만TOE)

구분	계	석유	석탄	도시가스	수력(비신재생)	원자력	신재생
세 계	13,511.2	4,621.9	3,731.5	3,156.0	918.6	596.4	486.8
(비율)	(100%)	(34.2%)	(27.6%)	(23.4%)	(6.8%)	(4.4%)	(3.6%)
한 국	302	119.4	86.2	47.5	1.5	31.6	15.8
(비율)	(100%)	(39.5%)	(28.6%)	(15.7%)	(0.5%)	(10.5%)	(5.2%)
서 울	11.1	6.2	0.1	4.5	-	-	0.3
(비율)	(100%)	(55.9%)	(0.9%)	(40.5%)	(0.0%)	(0.0%)	(2.7%)

자료: 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보, 서울시 내부자료(2019) 재인용

33) 지역 내에서 직접 생산되는 에너지의 양으로, 국내의 경우 석탄, 천연가스, 수력, 신재생 등이 있으며 서울은 100% 신재생에너지임 (* 원자력 제외)

34) 1차에너지 공급 현황은 생산량에 수입 에너지를 더한 에너지 양 (* 원자력 포함)

3) 신재생에너지 시설 및 생산 현황

□ 국가 신재생에너지 발전 용량

○ 2018년, 국가 신재생에너지 발전 용량은 총 19,027㎿로 총발전설비의 15.35%임

○ 태양광이 8,099㎿로 전체 신재생에너지 발전용량의 42.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 폐기물과 바이오에너지가 각각 20.0%, 16.1% 순임

〈표 3-10〉 전국 신재생에너지 보급용량(발전)

(단위: ㎿, %)

구분		누적 설비용량	설비 비중
총 발전설비 용량		123,950	100
신재생에너지 총보급용량		19,027	15.35
재생에너지	합 계	18,333	14.79
	태 양 광	8,099	42.6
	풍 력	1,303	6.8
	수 력	1,798	9.4
	해 양	255	1.3
	바 이 오	3,065	16.1
	폐 기 물	3,813	20.0
신에너지	합 계	694	0.56
	연료전지	348	1.8
	IGCC	346	1.8

자료: 한국에너지공단, 2019, 신재생에너지보급통계

□ 서울 신재생에너지 발전 용량

○ 서울시 신재생에너지 발전원 중에서는 태양광(203.6㎿)과 연료전지(141.8㎿)가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 지열과 폐기물 에너지가 각각 70.2㎿와 25.7㎿ 순임

〈표 3-11〉 서울시 신재생에너지 시설 현황

구분		시설용량	시설내역	비고
신재생	연료전지	141.8㎿	발전사업 등 534개소	2018년 말, 서울통계
	태 양 광	203.6㎿	공공 · 학교 · 민간 91,151개소	2018년 말, 서울통계
	태 양 열	176,816㎡	공공 · 학교 · 민간 등	2017년 말, 정부통계
	풍 력	101㎾	월드컵공원 등 15개 지역, 136기	2017년 말, 정부통계
	바 이 오	10.5㎿	4개 물재생센터 498만톤/일, 소화가스 발전기 8.9㎿	2017년 말, 정부통계
	폐 기 물	25.7㎿	5개 자원회수시설 2,898톤/일, 폐열 발전기 7.2㎿	2017년 말, 정부통계
	지 열	70.2㎿	공공 · 학교 · 민간 등	2017년 말, 정부통계
미활용	소형열병합	100.5㎿	건물 49개소, 주택 113개소 등	2018년 말, 서울통계
	잉 여 열	88만Gcal	의정부 6만Gcal, 폐기물 35만Gcal, 부천 47만Gcal	2018년 말, 서울통계
	하 수 열	35만Gcal	탄천하수열 20만Gcal, 서남하수열 15만Gcal	2018년 말, 서울통계
	지하유출수	2.1㎿	고려대학교 역 등	2018년 말, 서울통계

자료: 서울시 내부자료, 2019

□ 국가 신재생에너지 생산량

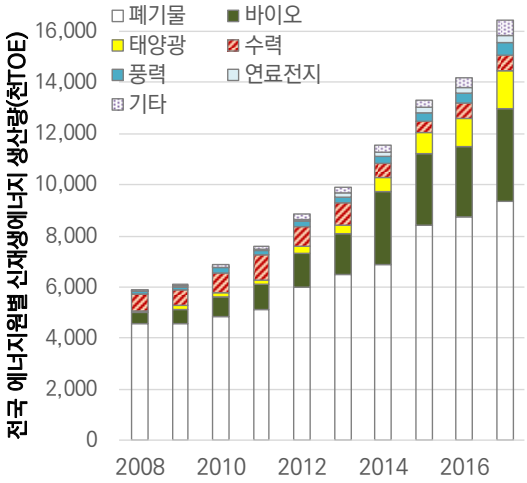
○ 2017년 기준 국내 신재생에너지 생산량은 약 16,448천TOE이며, 이는 총 1차에너지 공급의 5.45%에 해당함[35)]

- 폐기물 에너지가 56.9%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 바이오(21.9%)와 태양광 (9.2%) 순임

□ 서울 신재생에너지 생산량

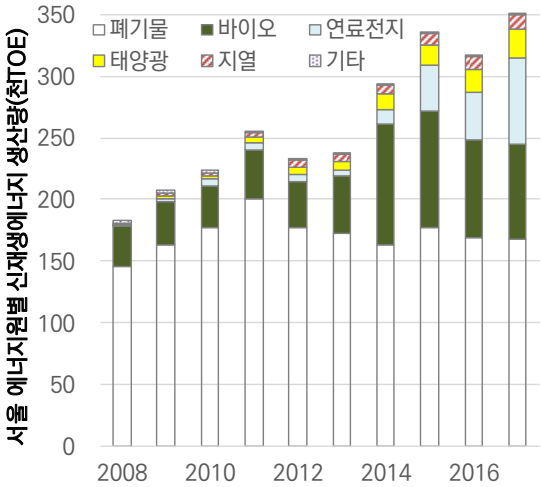
○ 서울시 신재생에너지 생산량은 351천TOE로, 전국 신재생에너지 생산량의 2.1% 차지함

- 폐기물 에너지가 47.9%로 역시 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 바이오(21.9%), 연료전지(19.9%) 순임. 특히, 연료전지는 도심에서 상대적으로 설치가 용이하기 때문에 국가 신재생에너지 비중과 비교할 때 상당히 높은 보급률을 보이고 있음



자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈그림 3-11〉 전국 신재생에너지 생산량



자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈그림 3-12〉 서울 신재생에너지 생산량

〈표 3-12〉 연도별 신재생에너지 생산량

(단위: 천TOE)

구분	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	5,858.5	6,086.2	6,856.3	7,582.8	8,850.7	9,879.2	11,537.4	13,293.0	14,178.4	16,448.4
서울	183.3	207.1	223.8	255.5	232.6	238.2	293.7	335.3	316.8	350.9

자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈표 3-13〉 신재생에너지원별 생산량(2017)

(단위: 천TOE)

구분	합계	폐기물	바이오	태양광	수력	풍력	연료전지	기타
전국	16,448.4	9,359.0	3,598.8	1,516.3	600.7	462.2	313.3	598.1
서울	350.9	168.1	77.0	23.7	0.3	0.05	69.7	12.1

자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

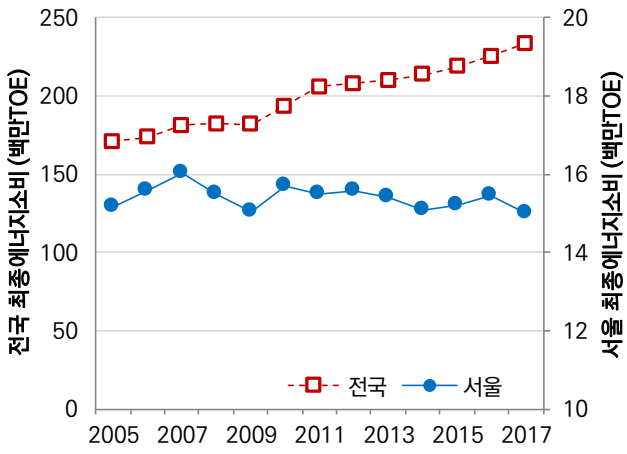
35) 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

다. 최종에너지 소비 현황

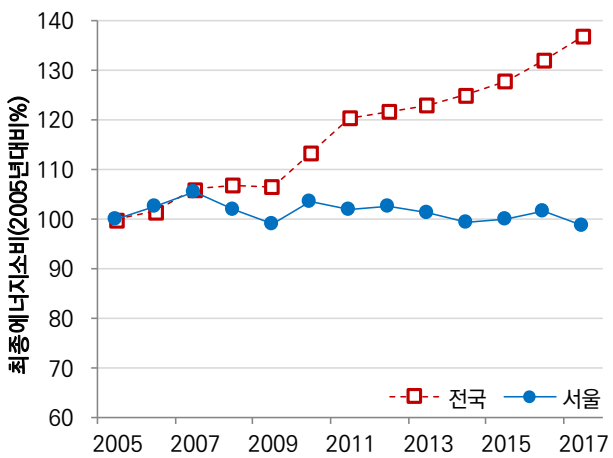
1) 에너지 소비 현황

○ 국가 최종에너지 소비는 2017년에 233,901천TOE로, 2005년 170,854천TOE에 비해 36.9% 증가함

○ 서울 최종에너지 소비는 2005년 15,182천TOE에서 2017년 14,990천TOE로 1.3% 감소함



〈그림 3-13〉 최종에너지 소비량 변화



〈그림 3-14〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화

〈표 3-14〉 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,832	205,863	208,120	210,247	213,870	218,608	225,681	233,901
서울	15,182	15,586	16,008	15,482	15,027	15,717	15,496	15,568 (15,576)	15,398 (15,416)	15,077 (15,085)	15,189 (15,204)	15,434 (15,434)	14,990 (15,233)

주: 괄호 안의 값은 열에에너지 소비량을 서울연구원에서 직접 조사한 자료를 적용한 값
자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-15〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 비율

(단위: %)

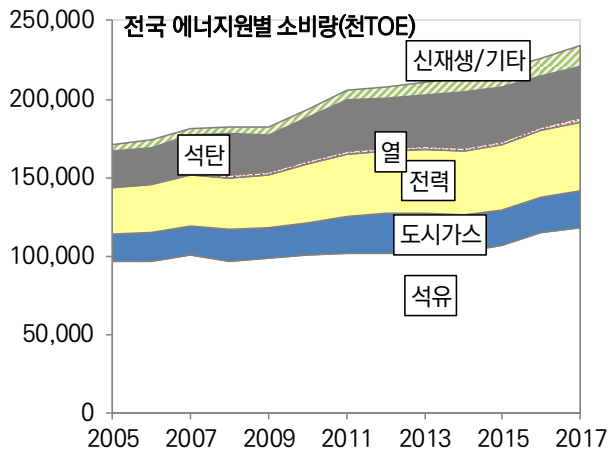
구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	101.6	106.2	106.9	106.6	113.4	120.5	121.8	123.1	125.2	128.0	132.1	136.9
서울	100.0	102.7	105.4	102.0	99.0	103.5	102.1	102.5	101.4	99.3	100.0	101.7	98.7

자료: 지역에너지통계연보

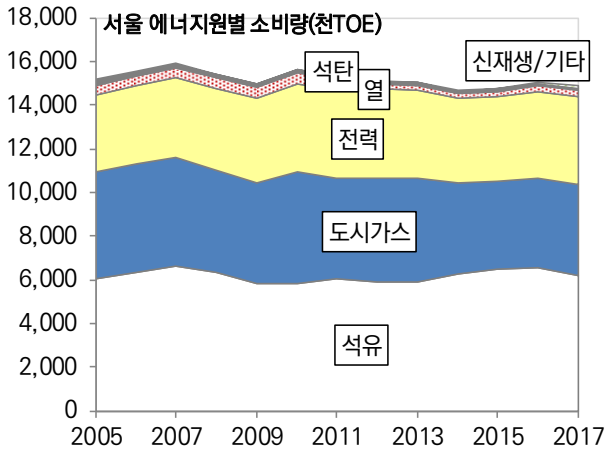
2) 원별 에너지 소비 현황

○ 서울시 에너지원 중 석유가 41.3%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 도시가스 28.1%, 전력 26.6%의 비중을 차지함

- 석탄, 도시가스, 열에너지는 감소하였으나, 석유(2.5%), 전력(14.3%), 신재생(192.6%)에너지는 증가함



〈그림 3-15〉 국가 에너지원별 소비량 변화



〈그림 3-16〉 서울 에너지원별 소비량 변화

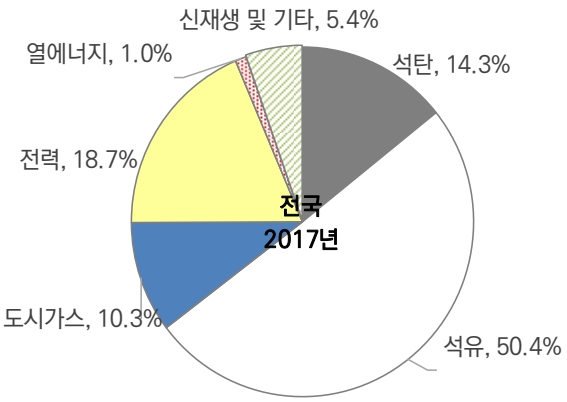
〈표 3-16〉 서울시 에너지원별 사용량 변화

	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신재생 및 기타	합계
2005	165	6,037	4,912	3,485	487	94	15,182
2017	83	6,185	4,205	3,982	261	275	14,990
변화율	49.7%↓	2.5%↑	14.4%↓	14.3%↑	46.4%↓	192.6%↑	1.3%↓

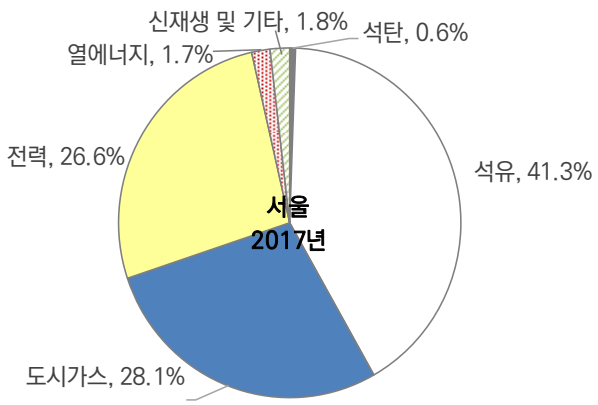
자료: 지역에너지통계연보

○ 서울시는 석유와 석탄 사용 비중이 낮은 대신 전력과 도시가스의 사용 비중이 높음

- 서울은 서비스 부문 에너지 사용량이 높은 대신 산업용 및 발전시설이 많지 않기 때문임



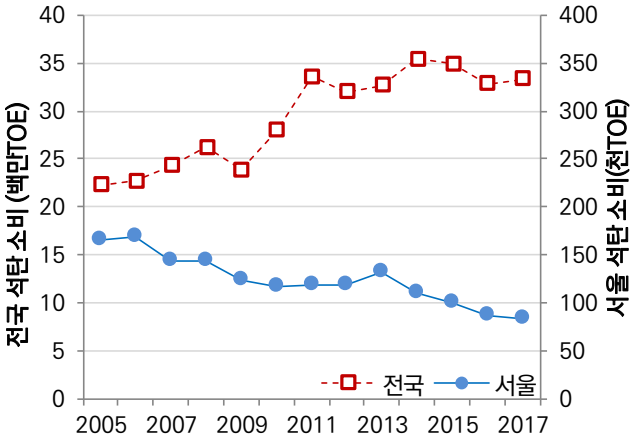
〈그림 3-17〉 전국 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)



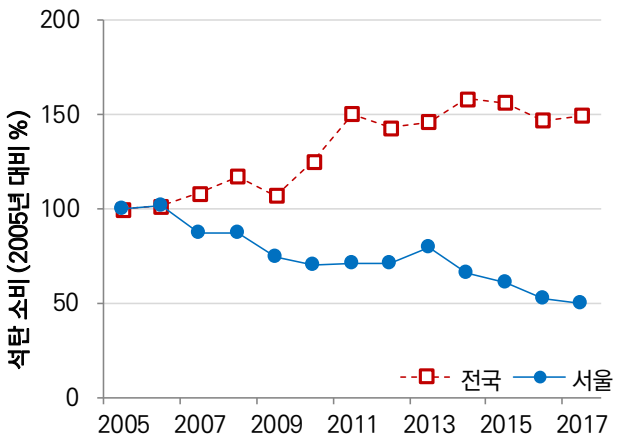
〈그림 3-18〉 서울 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)

□ 석탄 소비 현황

○ 서울은 2005~2017년 기간 동안 석탄 소비량이 50% 줄어든데 비해, 전국적인 석탄 소비량은 같은 기간 50% 증가함. 석탄 소비량은 전체 에너지 소비량의 0.6%로 미미한 수준임



〈그림 3-19〉 석탄 소비량 변화



〈그림 3-20〉 2005년 대비 석탄 소비량 변화

〈표 3-17〉 석탄 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	22,311	22,660	24,249	26,219	23,895	27,968	33,544	31,964	32,679	35,412	34,921	32,840	33,360
서울	165	168	144	144	124	117	118	118	132	110	101	87	83

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-18〉 2005년 대비 석탄 소비량 비율

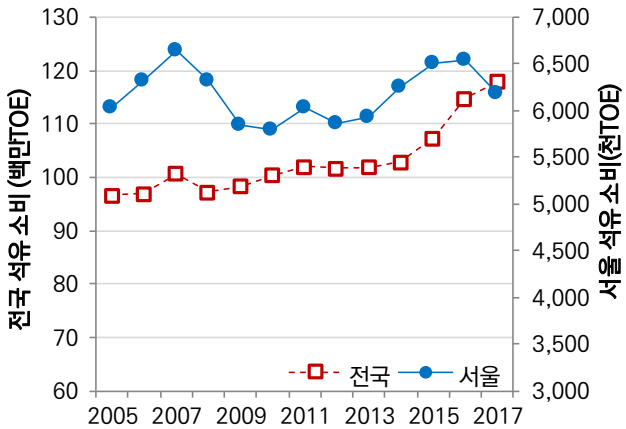
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	101.6	108.7	117.5	107.1	125.4	150.3	143.3	146.5	158.7	156.5	147.2	149.5
서울	100.0	101.8	87.3	87.3	75.2	70.9	71.5	71.5	80.0	66.7	61.2	52.7	50.3

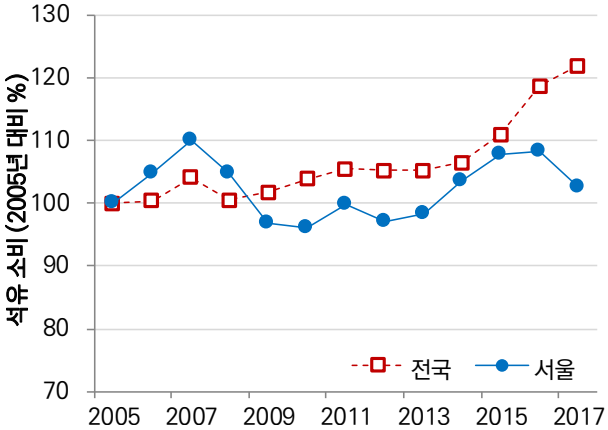
자료: 지역에너지통계연보

□ 석유 소비 현황

○ 서울시 석유 소비량은 2005~2017년 기간 변동이 있었으나 2.5% 증가에 그친 데 반해 전국 석유 소비량은 같은 기간 동안 20% 이상 상승함



〈그림 3-21〉 석유 소비량 변화



〈그림 3-22〉 2005년 대비 석유 소비량 변화

〈표 3-19〉 석유 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	96,718	97,037	100,622	97,217	98,370	100,381	101,976	101,710	101,809	102,957	107,322	114,760	117,861
서울	6,038	6,329	6,647	6,321	5,852	5,800	6,027	5,863	5,931	6,258	6,510	6,543	6,185

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-20〉 2005년 대비 석유 소비량 비율

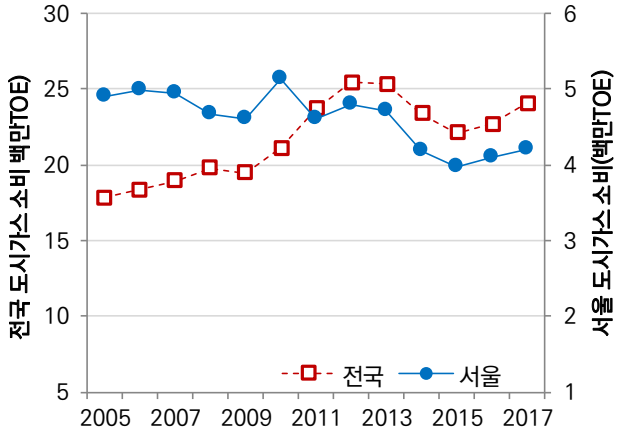
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	100.3	104.0	100.5	101.7	103.8	105.4	105.2	105.3	106.5	111.0	118.7	121.9
서울	100.0	104.8	110.1	104.7	96.9	96.1	99.8	97.1	98.2	103.6	107.8	108.4	102.4

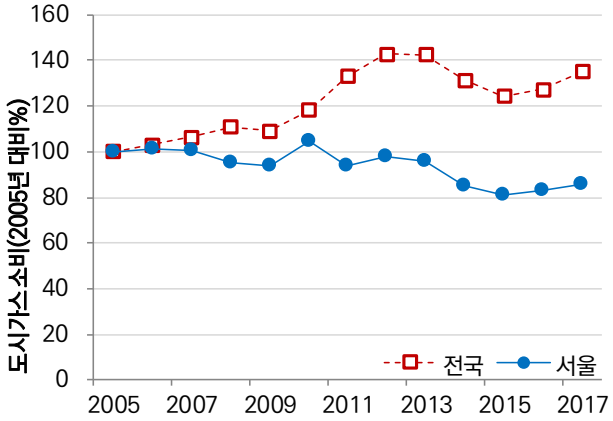
자료: 지역에너지통계연보

□ 도시가스 소비 현황

○ 서울시 도시가스 소비량은 2005년 대비 14.4% 하락, 감소 추세에 있음. 난방도일의 감소와 건물단열 개선에 따른 난방 부하 감소가 원인일 것으로 추정됨



〈그림 3-23〉 도시가스 소비량 변화



〈그림 3-24〉 2005년 대비 도시가스 소비량 변화

〈표 3-21〉 도시가스 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	17,810	18,379	18,955	19,765	19,459	21,081	23,672	25,445	25,345	23,395	22,115	22,689	24,053
서울	4,912	4,977	4,951	4,667	4,610	5,127	4,602	4,793	4,719	4,180	3,978	4,089	4,205

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-22〉 2005년 대비 도시가스 소비량 비율

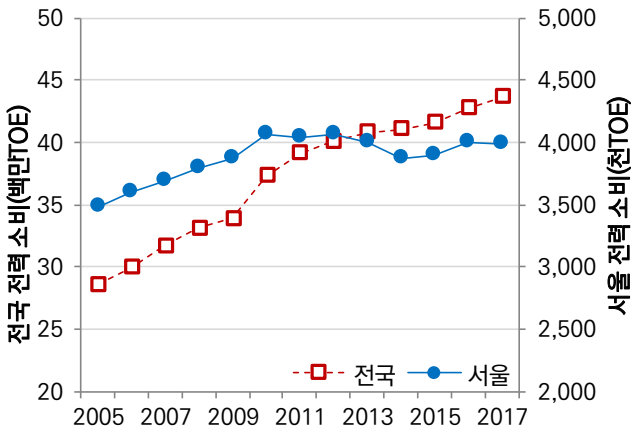
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	103.2	106.4	111.0	109.3	118.4	132.9	142.9	142.3	131.4	124.2	127.4	135.1
서울	100.0	101.3	100.8	95.0	93.9	104.4	93.7	97.6	96.1	85.1	81.0	83.2	85.6

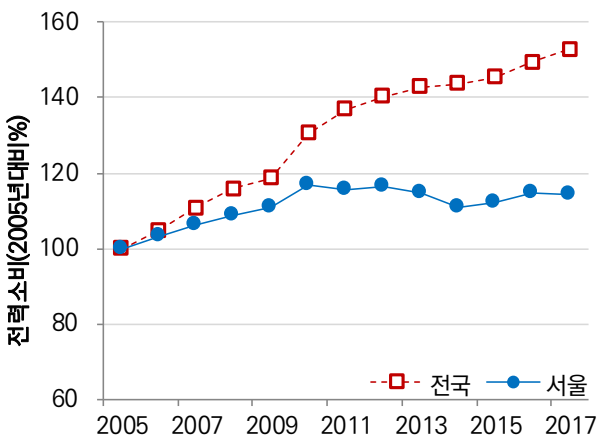
자료: 지역에너지통계연보

□ 전력 소비 현황

○ 서울시 전력 소비량은 2005년 대비 14.3% 증가함. 이는 같은 기간 50% 이상 증가한 전국 전력소비량에 비하면 낮은 편이지만, 「에너지살림도시(2014)」의 전력 목표 수요보다는 높은 상황임



〈그림 3-25〉 전력 소비량 변화



〈그림 3-26〉 2005년 대비 전력 소비량 변화

〈표 3-23〉 전력 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	28,587	29,989	31,700	33,116	33,925	37,338	39,136	40,127	40,837	41,073	41,594	42,745	43,666
서울	3,485	3,596	3,696	3,792	3,869	4,067	4,034	4,062	4,004	3,872	3,903	3,998	3,982

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-24〉 2005년 대비 전력 소비량 비율

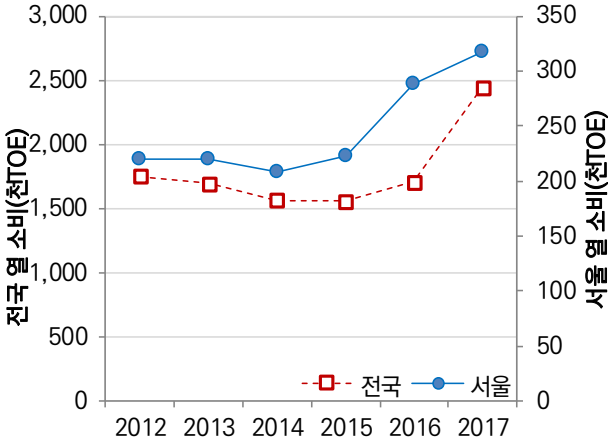
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	104.9	110.9	115.8	118.7	130.6	136.9	140.4	142.9	143.7	145.5	149.5	152.7
서울	100.0	103.2	106.1	108.8	111.0	116.7	115.8	116.6	114.9	111.1	112.0	114.7	114.3

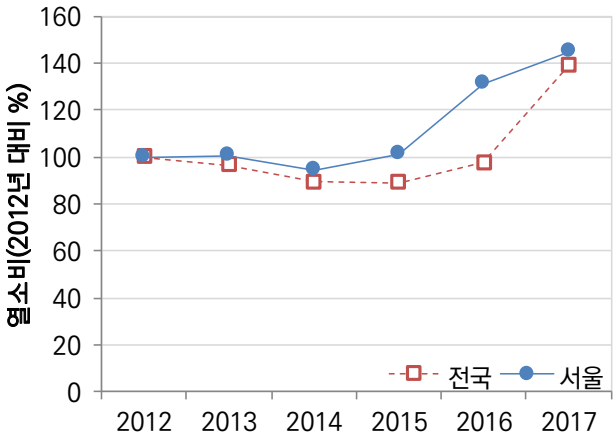
자료: 지역에너지통계연보

□ 열 소비 현황

○ 전국과 서울의 열 소비는 큰 변화가 없었으나 2014년 이후 증가해 2012년 대비 2017년 전국은 50%, 서울은 39.4% 증가함[36)]



〈그림 3-27〉 열 소비량 변화



〈그림 3-28〉 2012년 대비 열 소비량 변화

〈표 3-25〉 열에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	1,751	1,695	1,567	1,559	1,710	2,441
서울	219	220	208	222	288	318

〈표 3-26〉 2012년 대비 열에너지 소비량 비율

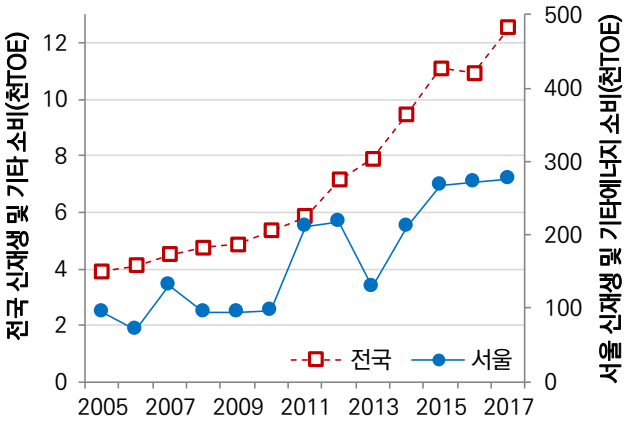
(단위: %)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	96.8	89.5	89.0	97.7	139.4
서울	100.0	100.3	94.7	101.4	131.2	145.0

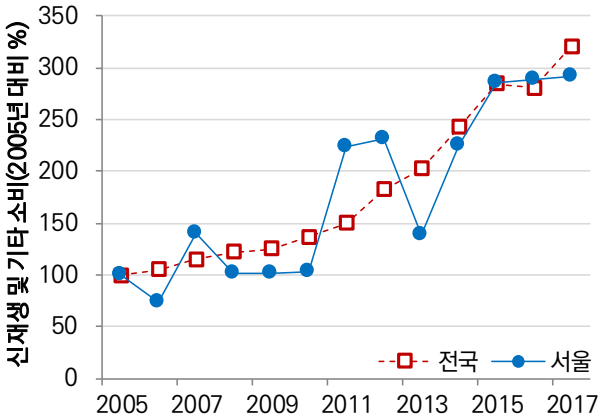
36) 열 데이터 수집 방식의 변화로 2012년 이전 자료는 이용하지 않음

□ 신재생에너지 소비 현황

○ 신재생에너지 소비는 서울과 전국 모두 크게 늘어남. 서울시는 2005년 대비 192.6% 상승함



〈그림 3-29〉 신재생 및 기타 소비량 변화



〈그림 3-30〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 변화

〈표 3-27〉 신재생 및 기타 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	3,896	4,092	4,491	4,747	4,867	5,346	5,833	7,124	7,883	9,466	11,096	10,936	12,520
서울	95	70	132	95	95	97	211	218	130	212	268	272	275

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-28〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 비율

(단위: %)

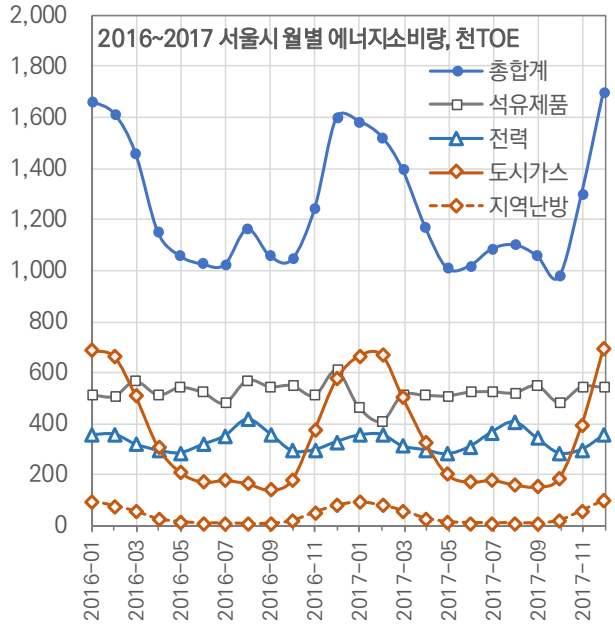
구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	105.0	115.3	121.8	124.9	137.2	149.7	182.9	202.3	243.0	284.8	280.7	321.4
서울	100.0	73.7	138.9	100.0	100.0	102.1	222.1	229.5	136.8	223.2	282.1	286.3	289.5

자료: 지역에너지통계연보

□ 계절별 에너지 소비 현황

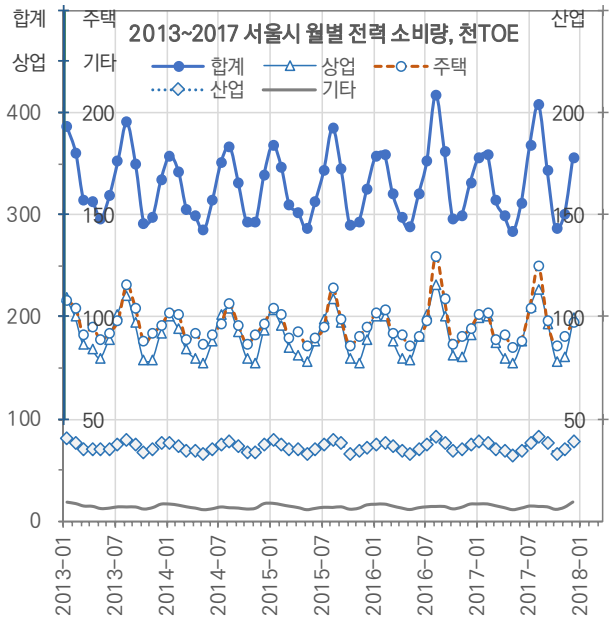
○ 2016년부터 2017년까지 최종에너지 소비량의 계절별 패턴을 살펴보면 겨울철 도시가스 소비량 증가의 영향으로 겨울철 소비량이 여름철 소비량보다 높음. 여름철 소비량을 높이는 원인은 전력으로 폭염 빈도가 높은 8월의 소비량이 가장 높음

○ 전력 소비 패턴의 경우 여름과 겨울의 소비량이 모두 많으며 특히 폭염 시 가정용 여름철 소비량 증가 현상이 뚜렷함. 이는 냉난방기구의 전력화 영향으로 보임



주: 석탄 제외

〈그림 3-31〉 서울시 월별 최종에너지 소비량(2016~2017)

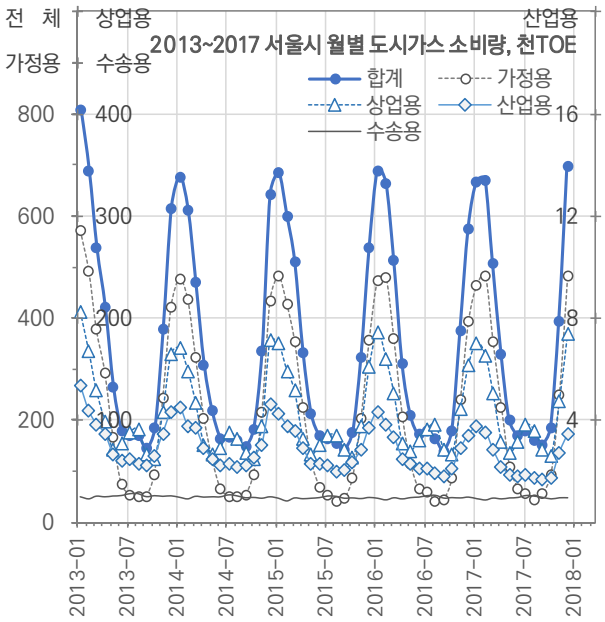


주: 상업용=일반용+심야, 산업용=산업용+농업용, 기타=가로등+교육용

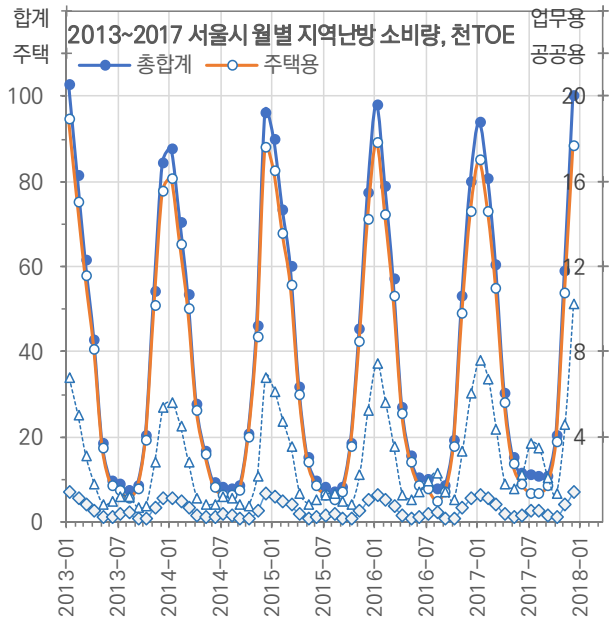
〈그림 3-32〉 서울시 월별 전력 소비량(2013~2017)

○ 도시가스 소비 패턴의 경우 겨울철 난방용 소비의 영향으로 겨울철 소비량이 많고 여름철은 적은 패턴을 보이는데, 상업부문에서 여름철 도시가스 소비량이 소폭 증가하는 특징을 보임. 이는 도시가스가 냉방용 가스흡수식 냉동기의 열원으로 이용되기 때문인 것으로 파악됨

○ 지역난방 소비 패턴을 보면 최근 상업부문에서 여름철 도시가스 소비량이 급격히 증가함. 중온흡수식 냉동기를 이용한 냉방시스템의 영향이 미친 것으로 보임



〈그림 3-33〉 서울시 월별 도시가스 소비량(2013~2017)



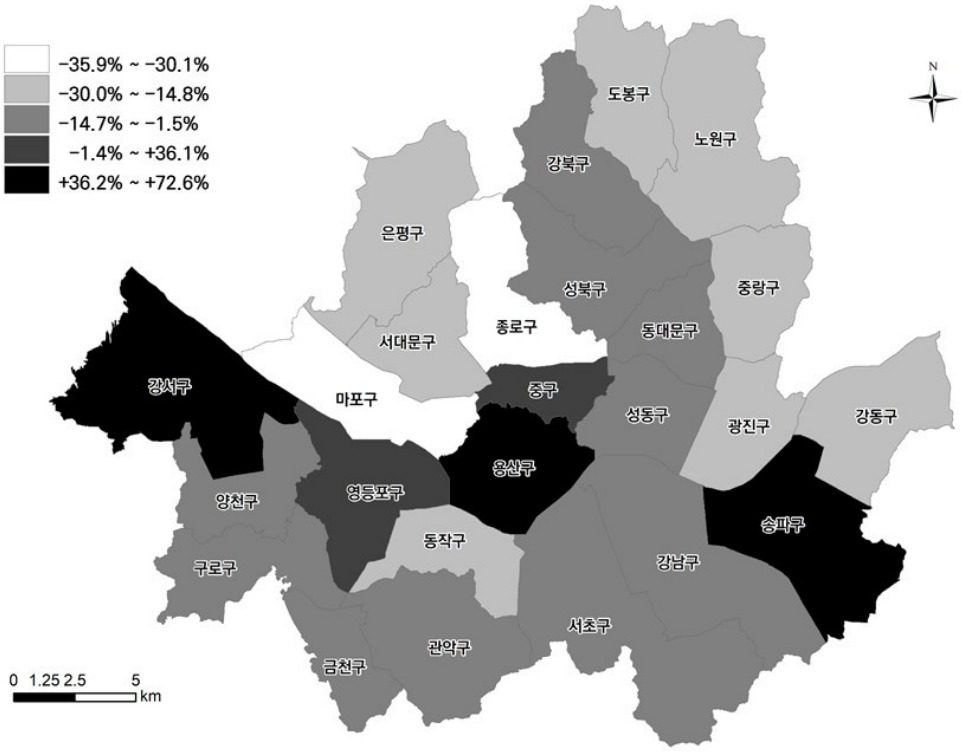
〈그림 3-34〉 서울시 월별 지역난방 소비량(2013~2017)

□ 구별 에너지 소비 현황[37)]

○ 서울시 2005년 대비 2017년의 자치구 최종에너지 소비량은 상위 5개 구를 제외하고 모두 감소됨

○ 용산구, 송파구, 강서구가 각각 72.6%, 63.4%, 58.5%로 가장 많이 증가하였으며, 그 다음 중구 36.1%, 영등포구 10.9% 증가함

○ 가장 감소량이 많은 구는 마포구와 종로구, 동작구로 각각 -35.9%, -30.1%, -23.9% 감소함

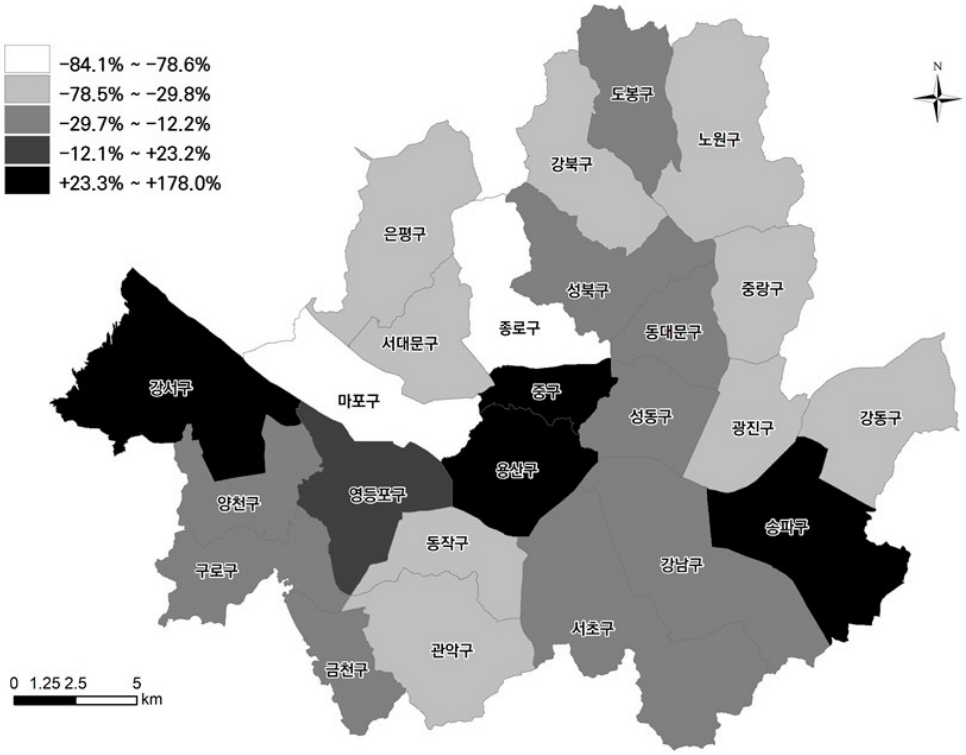


〈그림 3-35〉 자치구별 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화율

○ 자치구별 2005년 대비 2017년의 석유 소비 현황은 용산구, 중구, 송파구, 강서구가 각각 178.0%, 158.3%, 121.1%, 108.7%로 다른 구에 비해 압도적으로 소비량이 높음

○ 마포구와 종로구는 -84.1%, -78.6%로 석유 소비량이 다른 자치구에 비해 많이 감소함

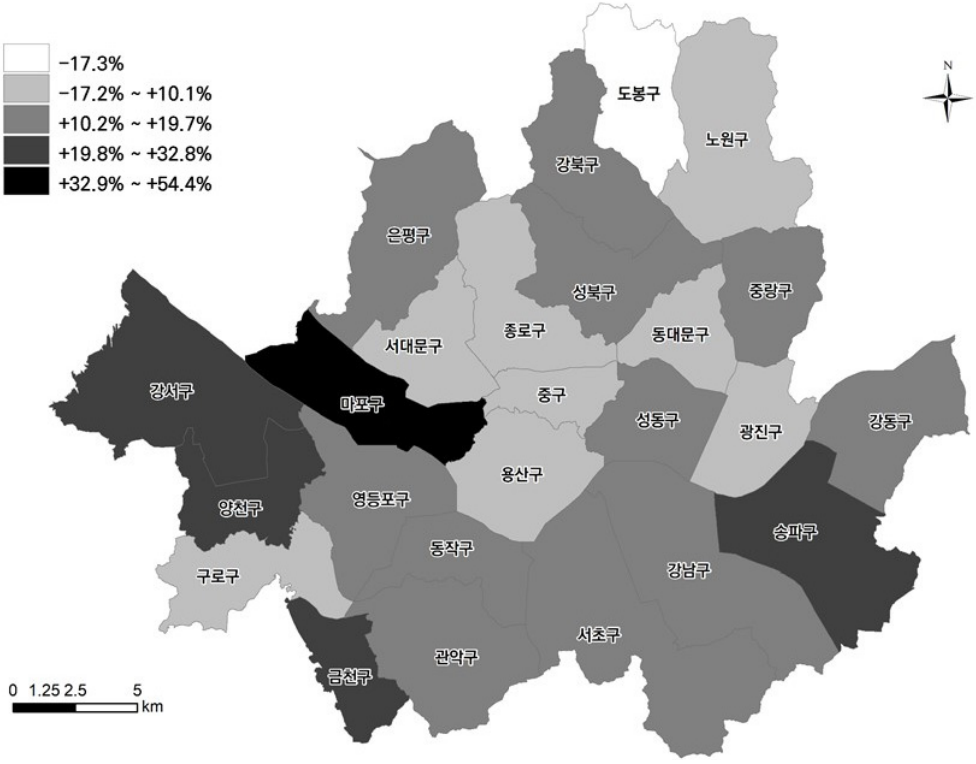
37) 자치구별 최종에너지 소비 현황은 서울연구원이 직접 조사한 데이터로 지역에너지통계연보와 숫자가 다를 수 있음



〈그림 3-36〉 자치구별 2005년 대비 석유 소비량 변화율

○ 자치구별 2005년 대비 2017년의 전력 소비 현황은 마포구가 54.4%로 가장 많으며, 이어서 금천구, 강서구, 송파구, 양천구, 금천구가 각각 32.8%, 22.6%, 22.5%, 22.4% 증가함

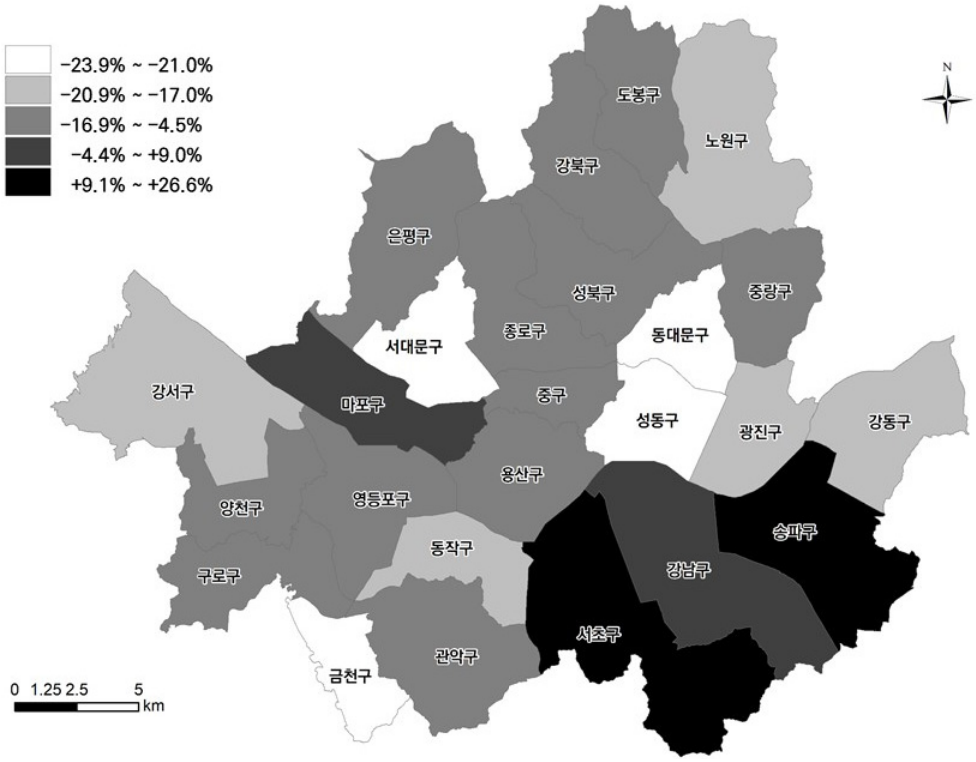
○ 동대문구의 전력소비는 -17.3%로 다른 자치구에 비해 많이 감소함



〈그림 3-37〉 자치구별 2005년 대비 전력 소비량 변화율

○ 자치구별 2005년 대비 2017년 가스·열 소비 현황은 송파구와 서초구, 강남구가 각각 20.6%, 20.2% 9.0% 증가함

○ 서대문구와 성동구는 -23.9% 감소하였으며 앞서 설명한 세 자치구를 제외한 모든 자치구의 소비량이 증가함



〈그림 3-38〉 자치구별 2005년 대비 가스·열 소비량 변화율

○ 2005년 서울시 전체 최종에너지 소비량은 14,842천TOE이며 그 중 석유제품이 6,031천TOE로 가장 많으며, 지역난방이 193천TOE로 가장 적음. 비율로 살펴보면 석유제품이 40.6%, 도시가스가 34.6%, 전력은 23.5%, 지역난방은 1.3% 순임

○ 2005년에는 강남구와 강서구의 에너지 소비량이 백만TOE가 넘어 가장 높은 소비량을 보여주며 특히 석유제품의 소비 비중이 큼

○ 반면 강북구와 금천구, 도봉구는 40만TOE이하로 소비함

〈표 3-29〉 2005년 자치구별 최종에너지 소비량

(단위: TOE)

지역	석유제품	전력	도시가스	지역난방	총합계
강남구	776,336	356,467	355,483		1,488,286
강동구	201,592	110,992	213,364		525,948
강북구	114,613	70,548	152,323		337,483
강서구	562,170	154,741	266,390	34,116	1,017,417
관악구	132,916	125,967	265,848		524,731
광진구	240,797	142,394	196,213		579,405
구로구	210,985	150,119	202,463	1,967	565,534
금천구	104,837	104,728	137,754		347,319
노원구	180,525	123,299	198,615	64,581	567,020
도봉구	127,114	92,644	164,266	11,442	395,466
동대문구	157,384	113,045	192,188		462,616
동작구	170,177	93,470	205,117		468,764
마포구	369,477	114,734	207,711		691,921
서대문구	156,330	96,658	198,169		451,157
서초구	509,430	243,348	238,075		990,853
성동구	161,579	150,924	181,494		493,997
성북구	192,038	108,680	219,761		520,478
송파구	298,318	188,529	259,053		745,900
양천구	232,707	112,295	148,282	70,529	563,814
영등포구	332,306	194,878	231,024		758,209
용산구	181,890	112,997	150,588		445,475
은평구	180,593	99,735	222,618		502,946
종로구	170,113	137,677	162,448		470,237
중구	120,277	203,190	183,425		506,892
중랑구	146,836	82,980	180,147	10,653	420,615
서울시	6,031,339	3,485,040	5,132,818	193,288	14,842,484

주: 서울연구원이 직접 조사한 데이터로 지역에너지통계연보와 숫자가 다를 수 있음
석탄 소비량은 제외

- 2017년 서울시 전체 최종에너지 소비량은 14,938천TOE로 그 중 석유제품이 6,127천TOE로 가장 많으며, 지역난방이 503천TOE로 가장 적음
- 비율로 살펴보면 석유제품이 41.0%, 도시가스가 29.0%, 전력은 26.7%, 지역난방은 3.4% 순으로 2005년과 비교 시 원별 순위는 변동이 없으나 도시가스와 전력의 비중이 유사해짐
- 2017년에는 강남구와 강서구, 송파구 순으로 에너지 소비량이 컸으며 세 구 모두 백만TOE 이상을 소비함. 강서구는 특히나 석유제품의 소비 비중이 크며 강남구와 송파구도 다른 자치

구에 비해 석유제품의 비중이 높음

○ 에너지 소비량이 적은 구로는 강북구가 297천TOE로 가장 낮으며 이어서 금천구, 종로구, 도봉구 순으로 에너지 소비량이 적음

〈표 3-30〉 2017년 자치구별 최종에너지 소비량

(단위: TOE)

지역	석유제품	전력	도시가스	지역난방	총합계
강남구	681,628	396,969	292,781	94,716	1,466,093
강동구	132,733	128,682	162,101	10,750	434,265
강북구	80,467	78,663	138,201		297,331
강서구	1,172,978	189,679	201,150	48,323	1,612,130
관악구	87,633	145,098	226,464		459,196
광진구	161,367	140,914	159,345		461,625
구로구	171,834	161,173	173,493	1,756	508,255
금천구	78,236	139,066	108,885		326,187
노원구	118,782	129,362	155,921	54,084	458,149
도봉구	101,843	76,592	145,774	9,368	333,576
동대문구	129,686	122,524	150,205		402,415
동작구	80,720	109,015	166,770		356,506
마포구	58,884	177,131	186,983	20,381	443,379
서대문구	101,355	106,389	144,115	6,621	358,481
서초구	378,624	291,248	236,365	49,889	956,127
성동구	132,737	174,975	138,087		445,799
성북구	141,804	123,849	193,966		459,620
송파구	659,663	230,887	240,020	87,988	1,218,558
양천구	193,997	137,425	135,978	60,640	528,040
영등포구	409,504	224,463	186,845	19,700	840,512
용산구	505,733	119,537	129,009	14,732	769,011
은평구	104,849	117,153	190,146	13,865	426,013
종로구	36,414	150,807	141,482		328,704
중구	310,652	215,319	163,766		689,737
중랑구	95,438	94,720	157,808	10,472	358,438
서울시	6,127,561	3,981,642	4,325,661	503,286	14,938,149

주: 서울연구원이 직접 조사한 데이터로 지역에너지통계연보와 숫자가 다를 수 있음
석탄 소비량은 제외

○ 2005년 대비 2017년 서울시 최종에너지 증감을 살펴보면 95천TOE가 증가하였으며, 그 중 전력 증가량이 496천TOE로 14.2%가 더 많이 소비됨

○ 2005년 대비 2017년 서울시 최종에너지 증감을 비율로 살펴보면 0.6%가 증가하였으며, 지역난방이 160%로 가장 많이 증가한 반면, 도시가스는 15.7% 감소함

〈표 3-31〉 자치구별 최종에너지 소비량 증감 비교

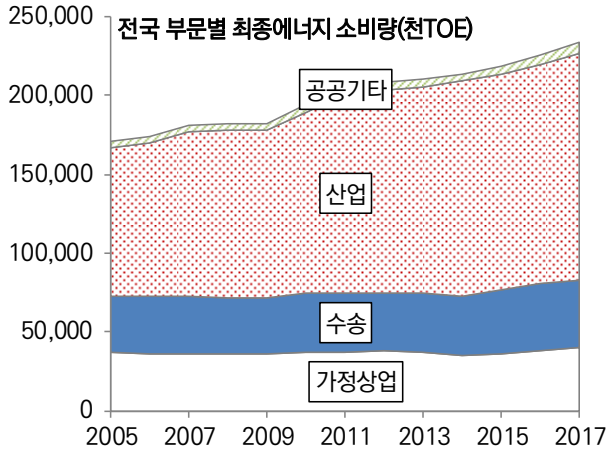
지역	석유제품		전력		도시가스		지역난방		총합계	
	증감량 (TOE)	증감률 (%)	증감량 (TOE)	증감률 (%)	증감량 (TOE)	증감률 (%)	증감량 (TOE)	증감률 (%)	증감량 (TOE)	증감률 (%)
강남구	↓94,709	↓12.2	↑40,502	↑11.4	↓62,702	↓17.6	↑94,716		↓22,193	↓1.5
강동구	↓68,860	↓34.2	↑17,689	↑15.9	↓51,263	↓24.0	↑10,750		↓91,683	↓17.4
강북구	↓34,145	↓29.8	↑8,115	↑11.5	↓14,121	↓9.3			↓40,152	↓11.9
강서구	↑610,808	↑108.7	↑34,938	↑22.6	↓65,241	↓24.5	↑14,207	↑41.6	↑594,713	↑58.5
관악구	↓45,283	↓34.1	↑19,131	↑15.2	↓39,384	↓14.8			↓65,535	↓12.5
광진구	↓79,430	↓33.0	↓1,481	↓1.0	↓36,868	↓18.8			↓117,779	↓20.3
구로구	↓39,151	↓18.6	↑11,054	↑7.4	↓28,970	↓14.3	↓212	↓10.8	↓57,278	↓10.1
금천구	↓26,601	↓25.4	↑34,337	↑32.8	↓28,869	↓21.0			↓21,133	↓6.1
노원구	↓61,743	↓34.2	↑6,063	↑4.9	↓42,694	↓21.5	↓10,497	↓16.3	↓108,870	↓19.2
도봉구	↓25,271	↓19.9	↓16,052	↓17.3	↓18,493	↓11.3	↓2,074	↓18.1	↓61,890	↓15.6
동대문구	↓27,698	↓17.6	↑9,479	↑8.4	↓41,983	↓21.8			↓60,201	↓13.0
동작구	↓89,457	↓52.6	↑15,546	↑16.6	↓38,347	↓18.7			↓112,258	↓23.9
마포구	↓310,593	↓84.1	↑62,397	↑54.4	↓20,728	↓10.0	↑20,381		↓248,542	↓35.9
서대문구	↓54,975	↓35.2	↑9,731	↑10.1	↓54,054	↓27.3	↑6,621		↓92,677	↓20.5
서초구	↓130,806	↓25.7	↑47,900	↑19.7	↓ 1,710	↓0.7	↑49,889		↓34,726	↓3.5
성동구	↓28,841	↓17.8	↑24,050	↑15.9	↓43,407	↓23.9			↓48,198	↓9.8
성북구	↓50,234	↓26.2	↑15,169	↑14.0	↓25,794	↓11.7			↑60,858	↓11.7
송파구	↑361,345	↑121.1	↑42,358	↑22.5	↓19,033	↓7.3	↑87,988		↑472,658	↑63.4
양천구	↓38,710	↓16.6	↑25,129	↑22.4	↓12,304	↓8.3	↓9,889	↓14.0	↓35,773	↓6.3
영등포구	↑77,198	↑23.2	↑29,585	↑15.2	↓44,179	↓19.1	↑19,700		↑82,304	↑10.9
용산구	↑323,842	↑178.0	↑6,541	↑5.8	↓21,579	↓14.3	↑14,732		↑323,536	↑72.6
은평구	↓75,744	↓41.9	↑17,418	↑17.5	↓32,472	↓14.6	↑13,865		↓76,933	↓15.3
종로구	↓133,699	↓78.6	↑13,131	↑9.5	↓20,965	↓12.9			↑141,533	↓30.1
중구	↑190,375	↑158.3	↑12,129	↑6.0	↓19,659	↓10.7			↑182,845	↑36.1
중랑구	↓51,397	↓35.0	↑11,740	↑14.1	↓22,339	↓12.4	↓181	↓1.7	↓62,177	↓14.8
서울시	↑96,222	↑1.6	↑496,602	↑14.2	↓807,157	↓15.7	↑309,998	↑160.4	↑95,664	↑0.6

주: 서울연구원이 직접 조사한 데이터로 지역에너지통계연보와 숫자가 다를 수 있음
석탄 소비량은 제외
(↓:감소, ↑: 증가)

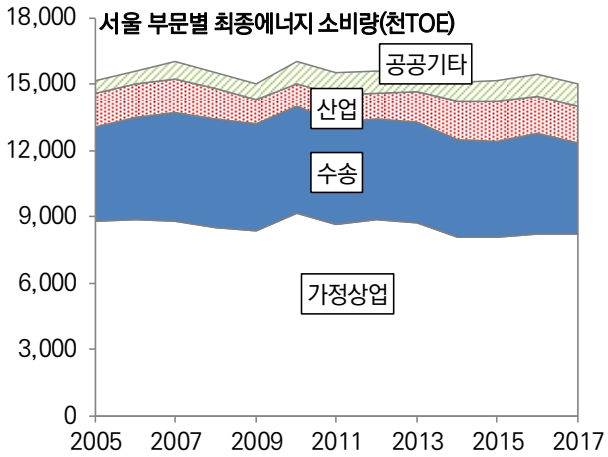
3) 부문별 에너지 소비 현황

○ 2005~2017년 부문별 최종에너지 소비를 보면, 전국 산업부문 에너지 소비량은 51.5%로 크게 증가하여 전체 최종에너지 소비량 증가를 주도함

○ 같은 기간 서울은 공공·기타부문이 74.6% 증가하였으며 이어서 산업부문이 5.2% 증가함



〈그림 3-39〉 국가 부문별 최종에너지 소비량 변화



〈그림 3-40〉 서울 부문별 최종에너지 소비량 변화

〈표 3-32〉 서울시 부문별 최종에너지 사용량 변화

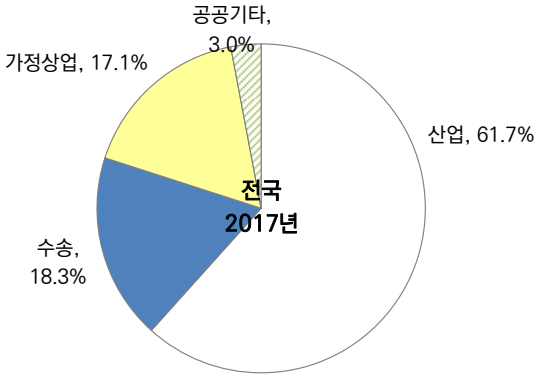
(단위: 천TOE)

	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
2005	1,527	4,292	8,777	587	15,182
2017	1,607	4,150	8,209	1,025	14,990
변화율	5.2%↑	3.3%↓	6.5%↓	74.6%↑	1.3%↓

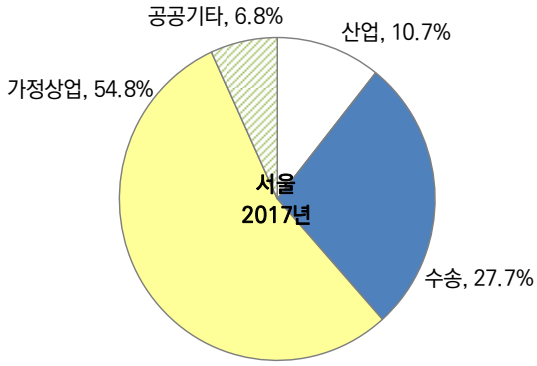
자료: 지역에너지통계연보

○ 전국 부문별 최종에너지 소비량을 보면, 산업이 61.7%. 수송이 18.3%를 차지하여 전체 소비량의 80% 차지함

○ 서울시는 가정상업과 수송부문의 에너지 사용량 비중이 전체의 82.5%인데 반해 산업부분은 10.7% 정도임



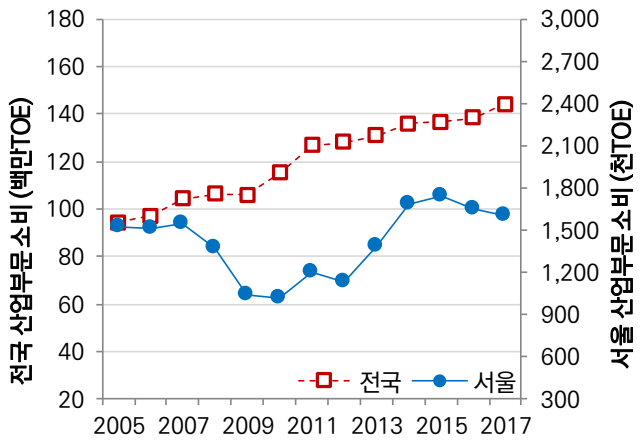
〈그림 3-41〉 전국 최종에너지소비 부문별 비율(2017)



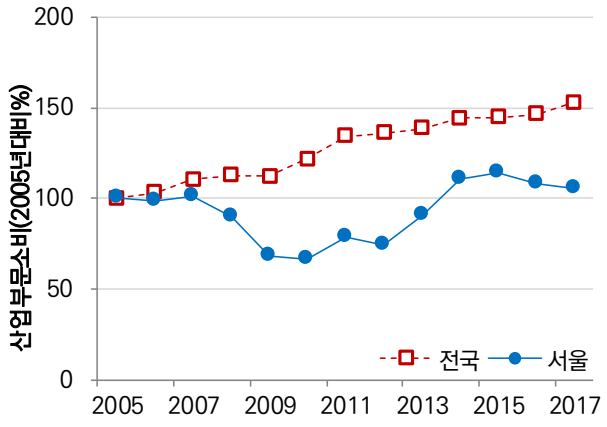
〈그림 3-42〉 서울 최종에너지소비 부문별 비율(2017)

□ 산업부문 소비 현황

○ 산업부문의 경우 전국 소비량은 꾸준히 증가하는 반면에 서울의 소비량은 2010년 67%까지 감소했다가 다시 증가해 2005년의 수준으로 다시 증가함



〈그림 3-43〉 산업부문 에너지 소비량 변화



〈그림 3-44〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비량 변화

〈표 3-33〉 산업부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	94,366	97,235	104,327	106,458	106,119	115,155	126,886	128,324	130,906	136,086	136,724	138,469	144,260
서울	1,527	1,512	1,551	1,380	1,044	1,023	1,197	1,133	1,382	1,689	1,745	1,649	1,607

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-34〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비 현황

(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	103.0	110.6	112.8	112.5	122.0	134.5	136.0	138.7	144.2	144.9	146.7	152.9
서울	100.0	99.0	101.6	90.4	68.4	67.0	78.4	74.2	90.5	110.6	114.3	108.0	105.2

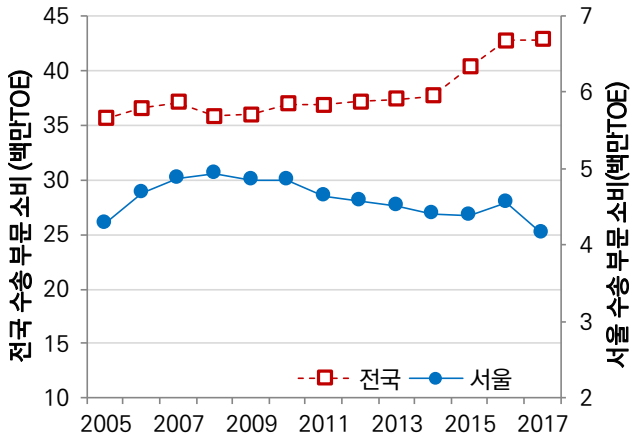
자료: 지역에너지통계연보

□ 수송부문 소비 현황[38)]

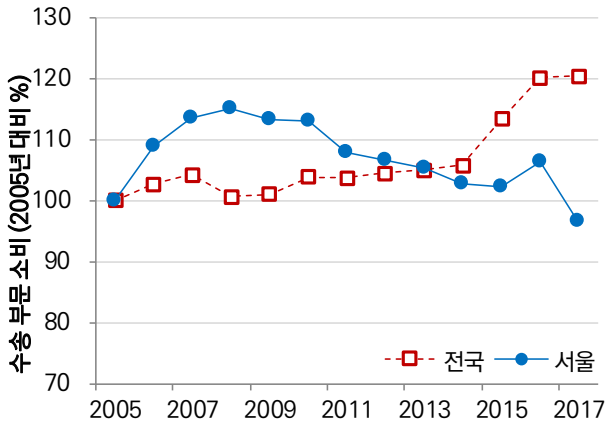
○ 전국 수송부문 에너지 소비는 꾸준한 증가 추세에서 2015년부터 급격한 상승세로 바뀌어 2017년에는 2005년 대비 20.4% 증가함

○ 서울의 경우 2006년 4,674천TOE에서 2017년 4,150천TOE로 지속적인 감소 추세를 보임

38) 보다 자세한 내용은 '별책2 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석' 참고



〈그림 3-110〉 수송부문 에너지 소비량 변화



〈그림 3-111〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비량 변화

〈표 3-35〉 수송부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938	36,875	37,143	37,330	37,628	40,292	42,714	42,796
서울	4,292	4,674	4,870	4,942	4,857	4,846	4,631	4,576	4,517	4,406	4,394	4,564	4,150

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-36〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비 현황

(단위: %)

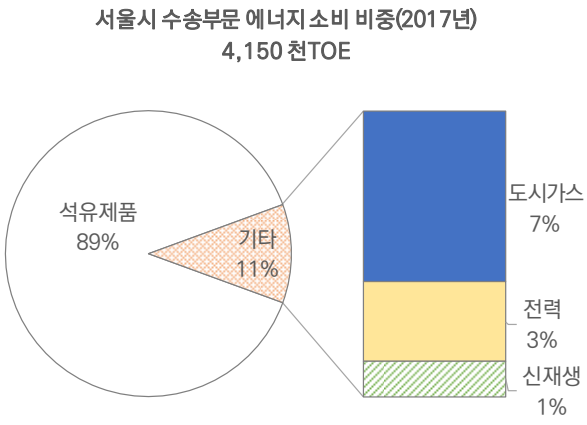
구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	102.7	104.2	100.7	101.0	103.9	103.7	104.5	105.0	105.8	113.3	120.1	120.4
서울	100.0	108.9	113.5	115.1	113.2	112.9	107.9	106.6	105.2	102.7	102.4	106.3	96.7

자료: 지역에너지통계연보

○ 보다 자세히 살펴보면, 2017년 기준 수송부문 에너지 사용의 88.9%를 차지하고 있는 석유 제품소비도 2006년 4,438천TOE에서 2017년 3,688천TOE로 지속적으로 감소

○ 신재생에너지의 경우 2011년 이후 지속적으로 증가하여 2017년 57천TOE로 수송부문 전체 에너지 사용량의 1.4%를 차지함

〈그림 3-47〉 서울시 수송부문 에너지 소비량 변화

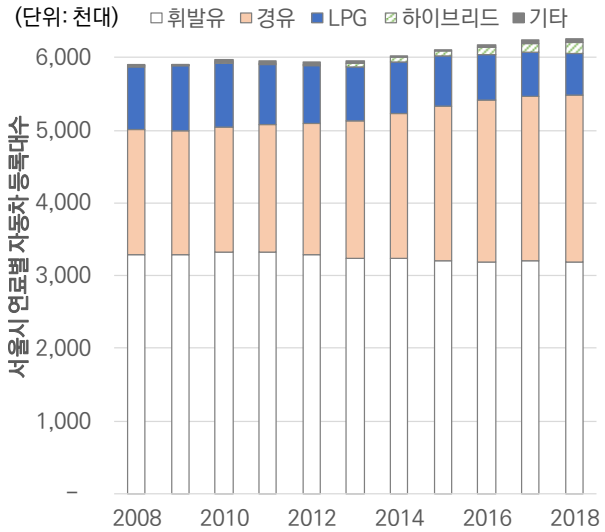


〈그림 3-48〉 서울시 수송부문 에너지 소비비중(2017년)

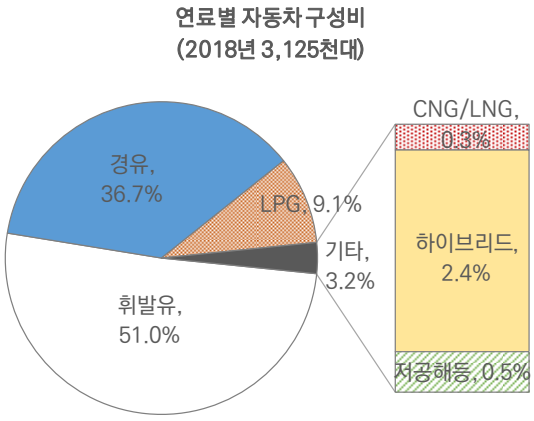
○ 서울시 연료별 자동차 등록대수를 살펴보면 경유차 비중은 2008년 29.1%에서 36.7%로 증가함

○ LPG 자동차의 경우 2008년 435,425대에서 2018년 284,328대로 지속적인 감소 추세를 보임

○ 친환경차 중 하이브리드의 경우 2008년 1,430대에서 2018년 75,178대로 대폭 증가하였으며 전기차도 2010년 52대에서 2018년 9,564대로 크게 증가함. 수소차의 경우 2018년 84대가 등록되어 있음



〈그림 3-49〉 서울시 연료별 자동차 등록대수



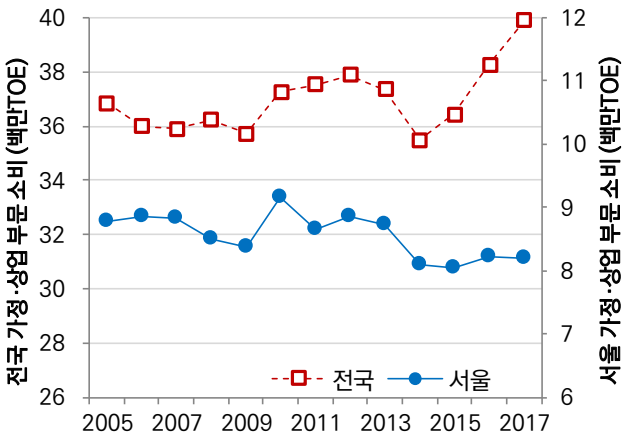
〈그림 3-50〉 서울시 연료별 자동차 구성비(2018년)

○ 수송부문 에너지 사용량 감소에도 불구하고 중, 대형 승용차 비중이 매년 증가하고 있어 에너지 사용량 감축을 위해 불합리한 자동차 소비구조 변화를 위한 대책 마련이 필요

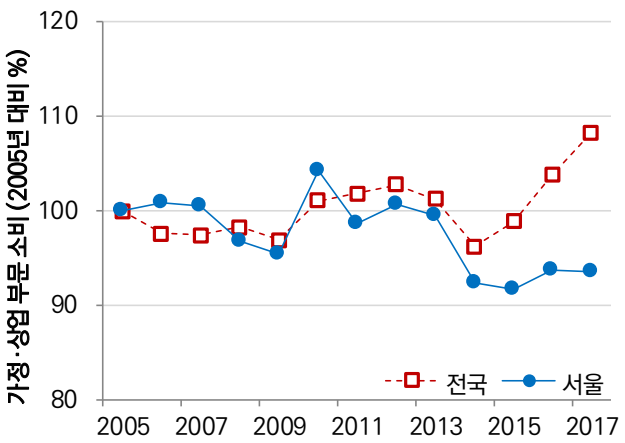
○ 승용차의 연간 총 주행거리는 중, 대형 승용차 증가의 영향으로 매년 늘어나고 있으며 특히 경유 승용차의 증가로 인해 서울시 승용차 총 주행거리 증가하는 만큼 이에 대한 대책이 필요

□ 가정 · 상업부문 소비 현황

○ 2014년 이후 국가와 서울시 가정 · 상업부문의 소비패턴의 차이를 보임. 이에 따라 2005년 대비 국가 가정상업부문의 에너지 소비량은 8.3% 증가한데 반해, 서울은 6.5% 감소함



〈그림 3-51〉 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화



〈그림 3-52〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화

〈표 3-37〉 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	36,862	35,986	35,916	36,225	35,722	37,256	37,542	37,884	37,341	35,476	36,439	38,261	39,907
서울	8,777	8,847	8,829	8,493	8,380	9,153	8,664	8,844	8,728	8,107	8,050	8,230	8,209

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-38〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황

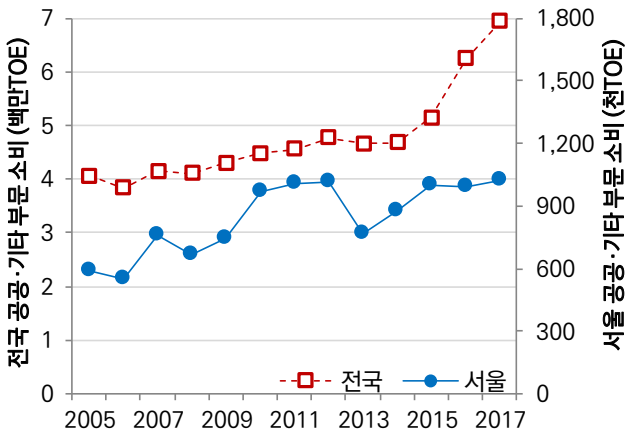
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	97.6	97.4	98.3	96.9	101.1	101.8	102.8	101.3	96.2	98.9	103.8	108.3
서울	100.0	100.8	100.6	96.8	95.5	104.3	98.7	100.8	99.4	92.4	91.7	93.8	93.5

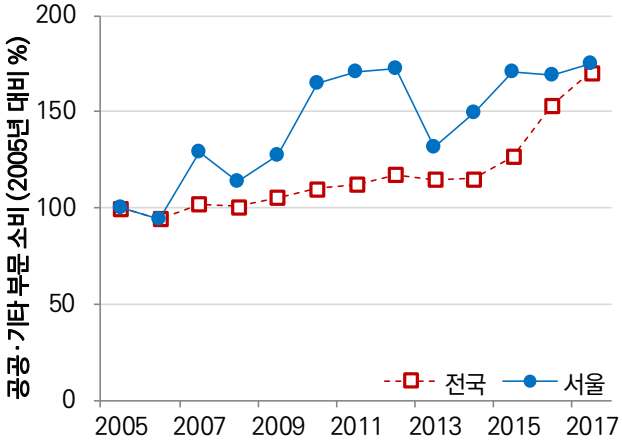
자료: 지역에너지통계연보

□ 공공 · 기타부문 소비 현황

○ 국가와 서울시 모두 공공기타 부문의 소비는 꾸준히 증가 추세를 보임. 전국은 2015년부터 급격한 성장세를 보여 2017년에는 2005년 대비 70.6% 증가한 6,938천TOE를 소비하였으며, 서울은 어느 정도 변동이 있었지만 2005년 대비 74.6% 증가한 1,025천TEO를 기록함



〈그림 3-53〉 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화



〈그림 3-54〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화

〈표 3-39〉 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	4,068	3,836	4,144	4,100	4,295	4,483	4,560	4,769	4,670	4,679	5,152	6,237	6,938
서울	587	552	758	666	747	969	1,004	1,014	771	875	1,000	992	1,025

자료: 지역에너지통계연보

〈표 3-40〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황

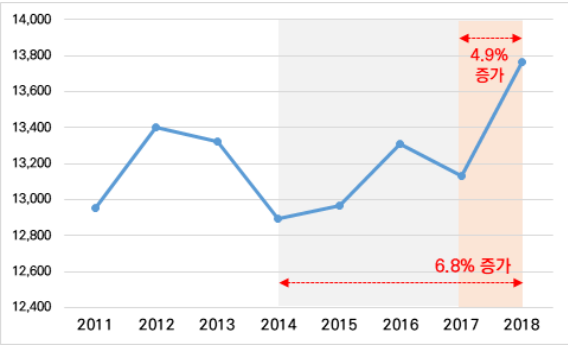
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	94.3	101.9	100.8	105.6	110.2	112.1	117.2	114.8	115.0	126.6	153.3	170.6
서울	100.0	94.0	129.1	113.5	127.3	165.1	171.0	172.7	131.3	149.1	170.4	169.0	174.6

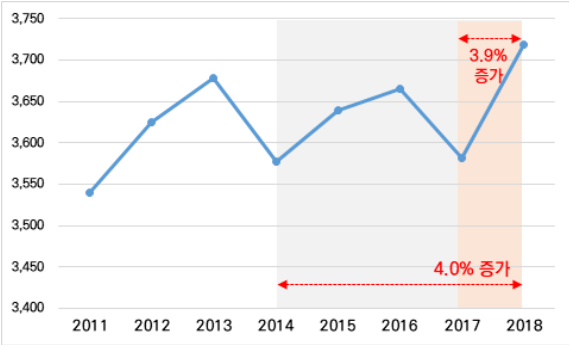
자료: 지역에너지통계연보

□ 부문별 전력 소비

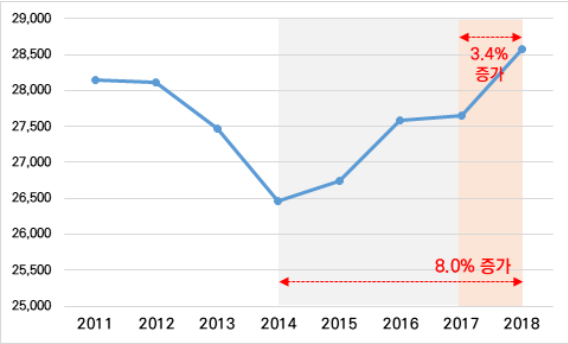
○ 최근 2014~2018년 서울시의 전력 소비 패턴을 보면, 산업용은 지속적으로 감소추세이지만 가정, 공공, 서비스업 부문 전력 소비량이 크게 증가함. 특히, 서비스업 부문은 2018년에 전년 대비 3.4% 큰 폭으로 증가하였는데, 가정용 4.9%, 공공부문 3.9% 증가함



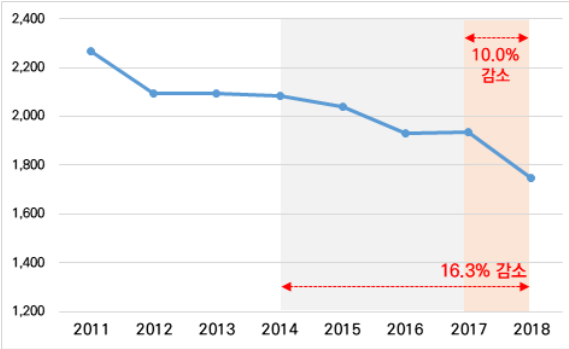
〈그림 3-55〉 서울시 가정용 전력소비량 추이(2011~2018)



〈그림 3-56〉 서울시 공공용 전력소비량 추이(2011~2018)



〈그림 3-57〉 서울시 서비스용 전력소비량 추이(2011~2018)



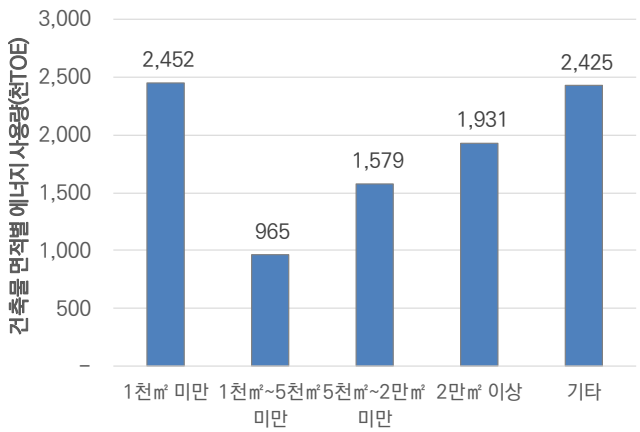
〈그림 3-58〉 서울시 산업용 전력소비량 추이(2011~2018)

자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

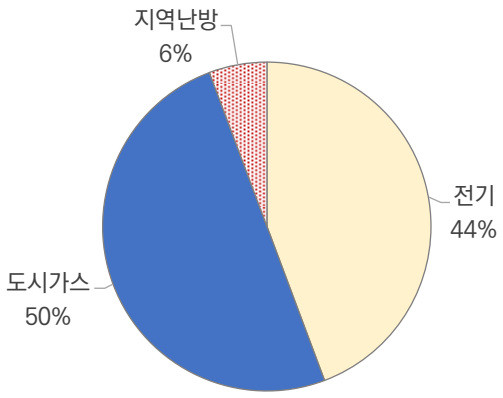
□ 서울시 건축물 에너지 사용 현황

○ 서울시 2018년 건축물 에너지 사용량은 9,353천TOE로 전체 에너지 소비량의 약 62%를 차지함. 1천㎡ 이하 건물의 에너지 소비량이 전체 건물부문 에너지 소비의 26%를 차지하고 있음

○ 도시가스와 전기소비가 각각 50%, 44%로 전체 에너지 소비의 대부분을 차지함



〈그림 3-59〉 서울시 건축물 면적별 에너지 사용량



〈그림 3-60〉 서울시 건축물 에너지원별 사용량

라. 온실가스 배출 현황

1) 국가 온실가스 배출량

○ 우리나라 온실가스 배출량은 지속적으로 증가해 2005년 562백만톤CO_2eq에서 2017년 709백만톤CO_2eq로 26% 증가함

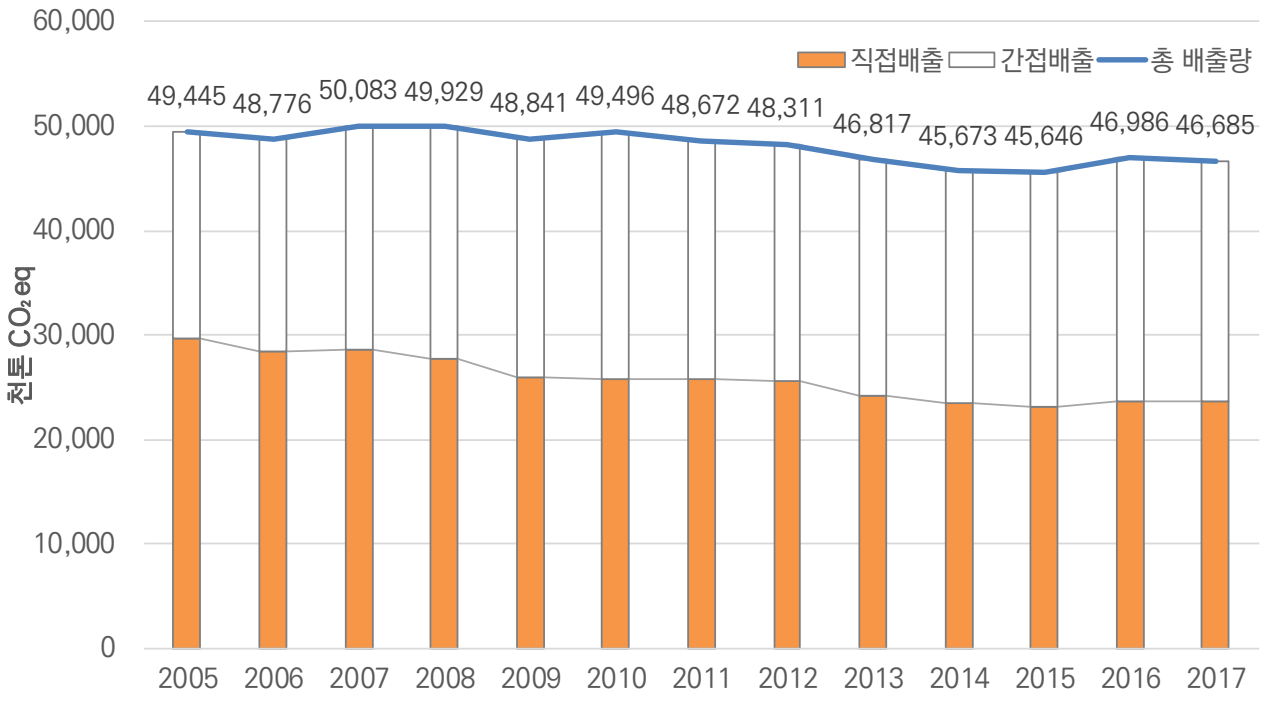
○ 2005년 우리나라 온실가스 배출량은 독일의 63.3%, 영국의 90.2% 수준이었으나, 2018년에는 독일과 거의 같은 수준, 영국보다는 56.5%나 높은 배출량을 보임

2) 서울시 온실가스 총배출량[39)]

○ 2017년 서울시 온실가스 배출량은 46,685천톤CO_2eq로 2005년 대비 5.6% 감소한 수준임

○ 서울시의 온실가스 배출량은 2008년을 기점으로 감소세로 전환하였으나, 2016년에 전년 배출량 대비 1,340천톤CO_2eq(3%) 증가함

○ 직접배출량의 비중은 감소하고 전기소비량이 증가함에 따라 간접배출량의 비중은 커지는 추세임



〈그림 3-61〉 서울시 온실가스 배출량 변화

39) 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과

3) 서울시 온실가스 부문별 배출량

○ 서울시 2017년 전체 온실가스 배출량의 90.9%는 에너지 부문이 차지하고 있으며, 폐기물 (6.0%), 산업공정 및 제품생산 (3.3%) 부문이 큰 비중을 차지함

〈표 3-41〉 서울시 온실가스 부문별 배출현황

(단위: 천톤CO_2eq, %)

구분	2015년		2016년		2017년		2016년 대비 2017년 증감현황	
	배출량	비율	배출량	비율	배출량	비율	증감량	증감률
에너지	41,673	91.3%	42,537	90.5%	42,417	90.9%	-120	-0.3%
폐기물	2,756	6.0%	3,022	6.4%	2,793	6.0%	-229	-7.6%
산업공정 및 제품생산	1,518	3.3%	1,496	3.2%	1,537	3.3%	41	2.7%
농업, 산림 및 기타 토지이용	-302	-0.7%	-69	-0.1%	-62	-0.1%	7	-10.1%
총배출량	45,646	100%	46,986	100%	46,685	100.0%	-301	-0.6%

자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과; 2018, 2016년 온실가스 인벤토리 조사결과

○ 에너지 부문 온실가스 배출량의 73.8%는 건물부문에서 발생함. 2015년 대비 2016년 건물 부문 온실가스 배출 증가량이 937천톤CO_2eq로 전체 배출량 증가의 70%를 차지함. 2017년에는 0.5% 증가로 추세가 둔화되었으나 여전히 배출량 증가 측면에서 큰 비중을 차지하고 있음

○ 수송부문은 에너지 부문 배출량의 21%를 차지함

〈표 2-42〉 서울시 에너지 부문 온실가스 배출현황

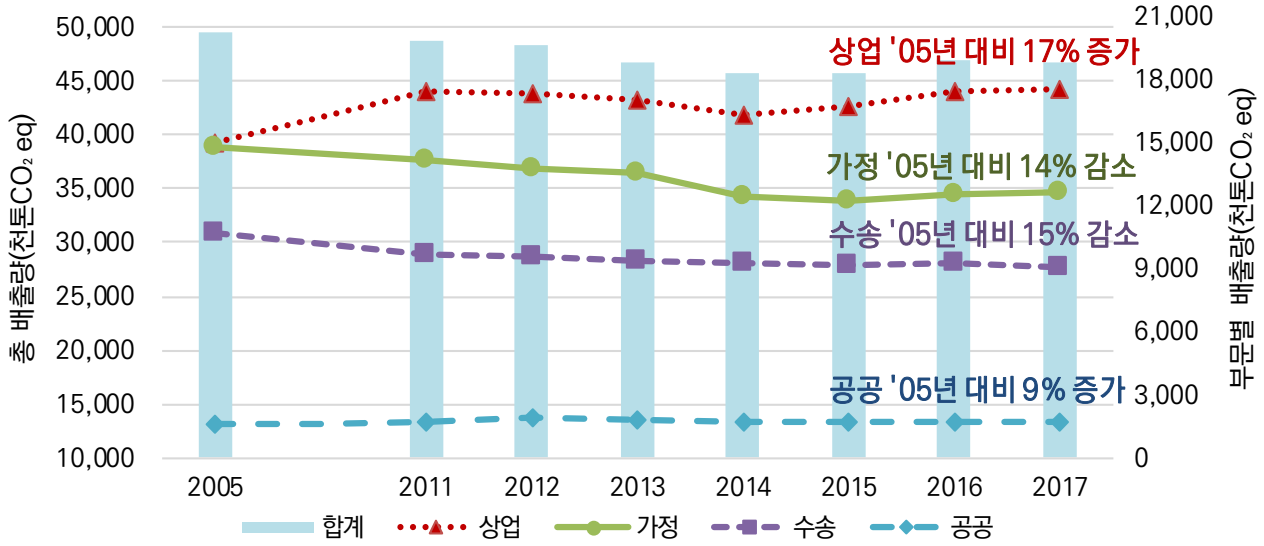
(단위: 천톤CO_2eq, %)

구분	2015년		2016년		2017년		2016년 대비 2017년 증감현황	
	배출량	비율	배출량	비율	배출량	비율	증감량	증감률
에너지 산업 (발전)	708	1.7%	644	1.5%	716	1.7%	72	11.2%
제조업 및 건설업 (산업)	1,549	3.7%	1,449	3.4%	1,437	3.3%	-12	-0.8%
건물 (가정/상업/공공/농림어업)	30,756	72.7%	31,693	73.4%	31,851	73.8%	158	0.5%
수송	9,201	21.7%	9,277	21.5%	9,063	21.0%	-214	-2.3%
탈루배출	99	0.2%	101	0.2%	105	0.2%	4	4.0%
합계	42,313	100%	43,164	100%	43,172	100%	8	0.02%

자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과; 2018, 2016년 온실가스 인벤토리 조사결과

4) 에너지 소비 부문별 온실가스 배출량

- 가장 온실가스 배출량이 많은 부문은 상업으로 2010년부터 2014년까지 감소추세를 보였으나 이후 다시 증가하여 2017년에는 2005년 대비 17% 증가한 배출량을 기록함
- 가정부문과 수송부문은 감소추세였으나 가정부문의 배출량이 최근 3년 간 꾸준히 증가함
- 공공부문의 배출량은 전체 배출량에서 차지하는 비중은 크지 않지만 증가 추세를 보이다 2017년에 다소 감소함



자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과

〈그림 3-62〉 서울시 부문별 온실가스 배출량 변화

제 4 장
에너지 수요 전망

가. 방법론과 자료

나. 에너지 수요 전망(BAU)

다. 온실가스와 대기오염물질 배출량 전망(BAU)

04 에너지 수요 전망

가. 방법론과 자료

1) 다중회귀분석

□ **서울시 최종에너지 수요 추정 위한 다중회귀분석 기법**

○ 다중회귀분석은 경제이론에 기초해 종속변수와 설명변수(종속변수에 영향을 미치는 요소)들 사이의 관계를 추정하고 이를 통계적으로 검증하는 방법임. 다중회귀분석 방식은 에너지 수요를 전망하기 위한 방법으로 국내외에서 활발하게 사용되고 있음[40)]

□ **서울시 최종에너지 수요 전망을 위해 구축한 계량경제모형의 일반화**

$$E_{s,j,t} = \beta_{0_{s,j}} + \beta_{1_{s,j,t}} A_{1_{s,j,t}} + \beta_{2_{s,j,t}} A_{2_{s,j,t}} + \ldots + \beta_{n_{s,j,t}} E_{s,j,t-\tau} + \epsilon_{s,j,t}$$

○ 여기서, E는 에너지 수요, A는 에너지 수요에 영향을 미치는 요소, β는 모형의 계수(coefficient), ε은 잔차(residual), s, j, t는 각각 부문, 에너지원, 시간을 의미. τ는 과거의 에너지 수요를 설명변수로 포함하기 위해 사용한 것으로 분석대상 시점 t와의 시간 차이를 나타냄(예를 들어 t-1은 t시점보다 1년 전). 결국 위 식은 과거 관측 자료를 바탕으로 설명변수인 A와 종속변수인 E의 관계를 나타내는 식이라고 할 수 있음

○ 변수들 사이의 관계는 β값의 부호(+/-)와 크기에 따라 결정됨. 모형의 계수 β를 추정하는 데 있어서 다중회귀분석 방식의 기본적인 가설은 '설명변수인 A는 에너지 수요에 영향을 미치지 않는다(β=0)' 임. 역사적 관측 자료를 통해 이러한 가설을 검증하는 것이 다중회귀분석의 주요한 작업

- 만일 β값이 통계적인 의미에서 0과 같지 않다면($\beta \neq 0$) 위의 가설은 기각됨. 가설이 기각되면 설명변수인 A는 에너지 수요에 영향을 미친다는 것을 의미하고 그 영향의 방향과 정도는 β값의 부호와 크기로 확인할 수 있음
- 이렇게 구축한 모형이 다중회귀분석을 위한 필수적인 가정들을 만족하는 지에 대한 통계적 검증(모형 적합성, 다중공선성, 자기상관성, 이분산성 등)을 통과하게 되면, 구축된 모형을 바탕으로 장래의 에너지 수요를 추정할 수 있음. 예를 들어 위의 모형에서 2040년의 설명변수 값을 입력하면 2040년의 에너지 수요가 산출됨

40) Bhattacharyya, S.C., 2011, Energy economics: Concepts, issues, markets and governance. Springer

2) 부문 구분 및 자료

□ 최종에너지 수요 전망에 적용된 에너지원별 및 부문별 자료

○ 지역에너지통계연보의 구분에 따라 에너지원은 석탄, 석유, 가스, 전력, 열, 신재생에너지로 구분

○ 지역에너지통계연보 분류체계에 따라 산업, 수송, 가정, 상업, 공공 및 기타로 구분

○ 수송부문의 석유 소비는 도로, 항공, 선박, 철도 등으로 구분하여 에너지 수요를 전망함

○ 일부 에너지원에 대해서는 에너지통계 구축기관에서 제공받은 자료를 보완적으로 사용(한국도시가스협회, 서울지역 열에너지 공급사 등)

○ 분석에 사용한 사회경제통계 자료는 국가와 서울시의 공식통계를 기본으로 사용

□ 전망에 적용된 자료의 범위

○ 지역적 범위: 서울시 전체

○ 시간적 범위: 기본적으로는 1990년과 2017년 사이 연도별 자료

- 에너지원에 따라서는 자료의 이용 가능성을 고려해 자료의 시간적 범위가 이보다 작음

□ 자료의 가공

○ 부문과 에너지원에 따라 모형의 설명력 등을 높이기 위해 설명변수와 종속변수에 자연로그를 취하거나 1인당으로 변환

○ 항공부문의 전망은 자료의 한계로 통계적인 유의성을 확보할 모형을 구축할 수 없어 별도의 방법을 활용해 에너지 수요를 전망함

- 구체적으로 항공부문은 국토교통부(2015)의 김포공항 입출항 횟수 전망 값을 활용해 에너지 수요를 전망

○ 신·재생에너지 부문은 제3차 국가에너지기본계획에서 제시한 국가 신·재생에너지 증가율을 반영해 에너지 수요를 전망

○ 열에너지 수요 전망의 경우 세부 부문별로는 통계적인 유의성을 확보한 모형을 구축할 수 없어 서울시 총 열에너지 수요를 다중회귀분석 방식으로 전망한 후, 최근 부문별 열에너지 소비 비중을 반영해 부문별로 배분

3) 부문별 설명변수

□ 모형에서 고려한 주요 설명변수

○ 인구구조(저출생, 고령화, 1인 가구 등), 경제구조(지역총생산 GRDP, 산업구조, 정부지출, 소득, 건물 수 등), 수송 특성(자동차대수, 수단분담률, 주행거리, 연비 등), 에너지원별 가격, 기후변화(냉방도일, 난방도일, 폭염일수, 평균기온 등) 등이 있음

○ 에너지원-부문별로 통계적 유의성이 확보된 것들을 중심으로 에너지원-부문별 최종에너지 수요 전망모형을 구축

□ 확정된 에너지원-부문별 설명변수

〈표 4-1〉 에너지원-부문별 설명변수

에너지원	부문	세부 부문	설명변수
석탄	가정-상업	전체	인구, GRDP, 난방도일, 석탄가격, 고령화율
석유	산업	전체	인구, 산업부문 GRDP, 석유가격
	수송	도로수송	인구, 용도별 자동차 주행거리(veh-㎞), 시간 용도별 자동차 주행거리: 인구, GRDP, 자동차 수, 고령화율, 시간 자동차 수: 인구, GRDP, 석유가격, 이전시기 자동차수
		항공	김포공항 입출항 횟수
		선박	이전시기 소비
	가정	전체	인구, 가구수, 소득, 석유가격, 난방도일
	상업	전체	인구, 상업부문 전력소비
	공공	전체	인구, 공공부문 전력소비
열	전체	전체	인구, GRDP, 지역난방가격, 난방도일
	가정, 상업, 공공	전체	부문별 소비 비중
신재생	전체	전체	제3차 국가에너지기본계획 BAU 전망(증가율)
천연가스	산업	열병합, 지역난방	인구, GRDP, 가스가격, 난방도일, 이전시기 소비
		그 외 산업	인구, 가스가격, 시간, 이전시기 소비
	수송	전체	인구, 버스 승객수, 가스가격, 이전시기 소비 버스 승객수: 인구, GRDP, 고령화, 이전시기 버스 승객수
	가정	전체	인구, 가구수, 소득, 가스가격, 난방도일, 고령화율
	상업	전체	인구, 상업부문 GRDP, 가스가격, 이전시기 소비
	공공	전체	인구, 공공부문 석유 소비, 이전시기 소비
전력	산업	전체	인구, 산업부문 GRDP, 산업부문 전력가격, 이전시기 소비
	수송	전체	인구, 지하철 탑승객 수, 시간 지하철 탑승객 수: 인구, 소득, 고령화율, 이전시기 지하철 탑승객 수
	가정	전체	인구, 가구수, 소득, 냉방도일, 난방도일, 전력가격, 고령화율
	상업	전체	인구, 상업부문 GRDP, 냉방도일, 난방도일, 상업부문 전력가격
	공공	전체	인구, 공공지출, 공공부문 전력가격, 냉방도일, 이전시기 소비

4) 주요 사회경제지표

○ 구축한 에너지 수요 전망 모형을 통해 에너지 수요를 전망하기 위해서는 설명변수의 전망 값을 모형에 입력해야하며 전망된 설명변수는 다음과 같음

〈표 4-2〉 주요 사회경제 지표 전망(BAU)

지표	2017		2040
인구	9,742천 명		9,063천 명
고령화율(65+)	13.4%		30.8%
가구수	3,787천 가구		3,700천 가구
1인 가구 비율	30.8%		36.3%
1인당 GRDP	34.9백만 원	⇨	62.6백만 원
서비스업 비중	91.6%		92.3%
평균 기온	13.0도		14.0도
1인당 차량대수	0.32대		0.32대
전력가격지수	89.8		103.8
석유가격지수	99.6		262.5

□ 인구 및 고령화

○ 2040년의 서울은 저출생과 고령화의 지속으로 총 인구는 감소하고 65세 이상 고령자의 비율인 고령화율은 30.8%에 달할 것으로 전망됨

○ 인구는 완만한 추세로 감소하지만 1인 가구의 비율이 증가하여 총 가구 수는 크게 줄지 않을 것으로 전망됨

□ 난방도일과 냉방도일

○ 기후변화로 2040년의 평균기온은 2017년에 비해 1℃ 상승한 14℃에 이를 것으로 전망

○ 그에 따라 난방도일과 냉방도일도 각각 내리고 오를 것으로 전망됨

〈표 4-3〉 인구와 가구 및 기온 관련 지표 전망(BAU)

연도	인구 (천명)	고령화율 (%)	가구수 (천가구)	1인 가구 (%)	평균기온 (℃)	난방도일	냉방도일
2005	10,029	7.0	3,353	20.5%	12.1	2,890	121
2017	9,742	13.4	3,787	30.8%	13.0	2,688	188
2020	9,635	15.4	3,795	32.4%	13.2	2,637	153
2025	9,545	19.5	3,788	34.1%	13.5	2,584	163
2030	9,429	23.5	3,768	34.9%	13.8	2,536	173
2035	9,264	27.2	3,736	35.6%	14.1	2,486	184
2040	9,063	30.8	3,700	36.3%	14.0	2,525	183

주: 인구와 가구 관련 지표는 통계청의 장래인구추계와 장래가구추계(중위추계 기준) 전망 값 적용(국가통계포털, 2019.7.20. 접속), 평균기온은 기상청의 서울시 평균기온 전망 보고서 중 RCP 2.6과 6.0 시나리오 평균값 적용, 냉방도일과 난방도일은 평균기온과의 통계적 관계 이용 추정

□ 경제성장

○ 서비스업을 중심으로 서울의 경제는 지속적으로 성장하여 1인당 GRDP와 가구소득은 1.7배 이상 늘어날 것으로 예상됨

○ 경제성장률은 연평균 2.0%에 그칠 것으로 전망됨

○ 1인당 차량 보유 대수는 변화가 없을 것으로 전망됨

〈표 4-4〉 부문별 GRDP 전망(BAU)

연도	1인당 GRDP (백만원/인)	GRDP 대비 비중(%)			정부 지출액 (십억원)	가구소득 (천원/가구)	1인당 자동차수 (대/인)
		제조업	서비스업	농림어업			
2005	25.1	10.7%	89.4%	0.20%	25,948	40,234	0.28
2017	34.9	8.8%	91.6%	0.13%	33,356	55,120	0.32
2020	39.3	8.5%	91.4%	0.12%	35,575	60,757	0.33
2025	45.7	8.2%	91.7%	0.10%	40,014	70,454	0.32
2030	51.6	7.9%	92.0%	0.09%	42,791	79,764	0.31
2035	57.2	7.8%	92.1%	0.09%	43,203	88,607	0.31
2040	62.6	7.7%	92.3%	0.08%	41,444	96,787	0.32

주: 부문별 GRDP는 제3차 국가에너지기본계획의 부문별 GDP 증가율 반영. 정부지출액은 GRDP, 인구, 이전 시기 지출액의 통계적 관계 이용 추정. 소득은 GRDP와 시간의 통계적 관계이용 추정, 1인당 자동차 수는 GRDP, 석유 가격, 이전 시기 자동차 수의 통계적 관계 이용 추정

□ 에너지원의 가격

○ 전 세계적인 화석연료에 대한 규제 등의 영향으로 높아질 것으로 보임

○ 특히 석유의 가격지수는 상당히 높아질 것으로 전망되며 전력과 도시가스도 꾸준히 높아지는 반면 전력은 크게 오르지 않을 것으로 예상됨

○ 석탄의 에너지 가격은 낮아지다 다시 올라 2040년에는 2017년에 비해 4% 증가할 것으로 전망됨

〈표 4-5〉 에너지 관련 지표 전망(BAU)

연도	에너지 가격지수(2015=100)				에너지 가격			
					석탄 (원/3.6kg)	용도별 전력가격(원/kWh)		
	석유	전력	도시가스	지역난방		가정용	일반용	산업용
2005	84.7	89.6	62.3	55.7	201.8	91.1	95.2	60.3
2017	99.6	89.8	85.2	80.8	552.0	108.5	130.4	107.4
2020	139.5	92.9	88.0	80.1	532.1	112.2	134.9	111.1
2025	193.5	100.4	96.5	86.9	514.1	121.2	145.7	120.0
2030	232.0	101.0	109.6	97.3	515.0	122.0	146.7	120.8
2035	255.0	102.6	127.4	111.5	534.8	124.0	149.0	122.7
2040	262.5	103.8	150.5	129.9	573.6	125.4	150.7	124.1

주: IEA의 에너지원별 가격 증가율 전망치 적용, 지역난방 가격은 도시가스와 가격과의 통계적 관계이용 추정, 용도별 전력가격은 2017년의 전력 가격지수와 용도별 전력가격의 상대적 비율이 향후에도 일정하게 유지된다고 가정하고 산정

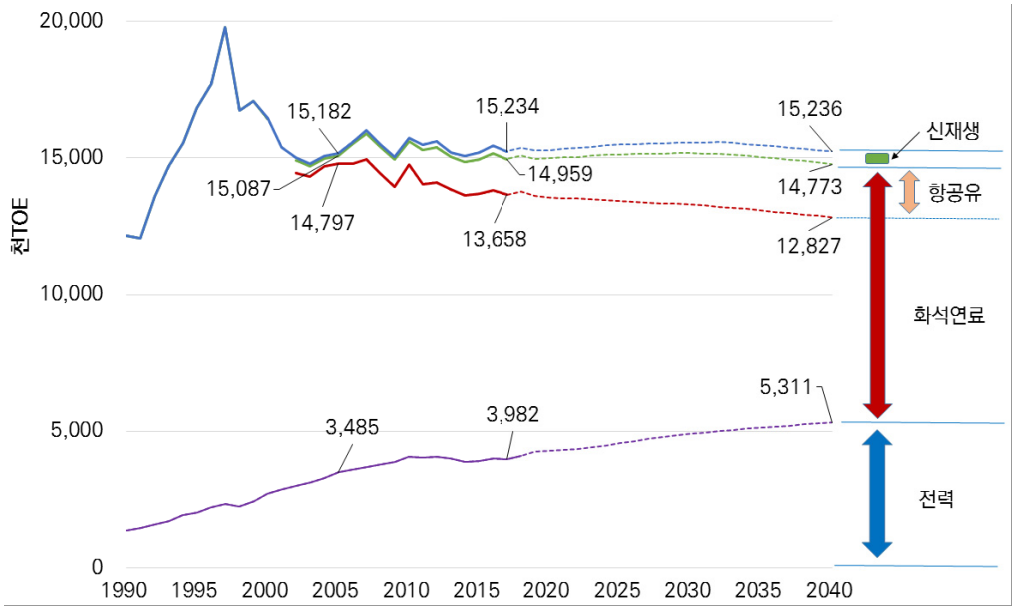
나. 에너지 수요 전망(BAU)

1) 최종에너지 수요

□ **서울시 최종에너지 수요전망 결과**

○ 2040년의 최종에너지 수요는 15,236천TOE로 2005년 대비 0.4% 증가하며 화석연료 소비는 2005년 대비 17.5% 감소

○ 2030년의 최종에너지 소비는 2005년 대비 2.5% 증가하며 석탄과 석유, 천연가스 등 화석연료의 소비는 2005년 대비 10.0% 감소할 것으로 전망



〈그림 4-1〉 최종에너지 수요 전망(BAU)

○ 최종에너지 수요는 2030년 이후 감소추세로 전환

- 경제성장 전망, 산업구조 변화, 기후변화 전망, 인구구조 변화, 에너지원별 가격 등이 반영되어 서울시의 최종에너지 수요는 큰 변화 없이 현재의 수준에서 유지되다가 2030년 이후 감소추세로 전환될 것으로 전망됨

○ 에너지원 중 전력과 항공유 소비가 최종에너지 수요 증가를 견인하며, 항공유를 제외한 화석연료 수요는 감소할 것으로 전망됨

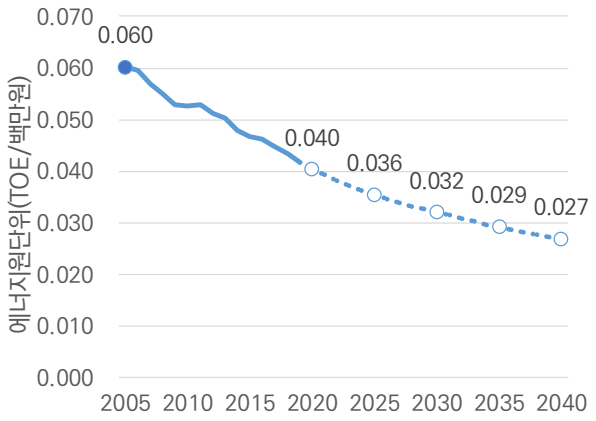
- 전력수요의 증가는 높아지는 전력의존도(전력화)를 반영하며, 항공유 소비의 증가는 소득 증가로 인한 항공수요 증가를 반영

- 항공유를 제외한 화석연료 소비 감소는 에너지원 가격 증가와 화석연료에 기인한 외부효과(기후변화, 대기오염)에 대한 규제의 영향을 반영

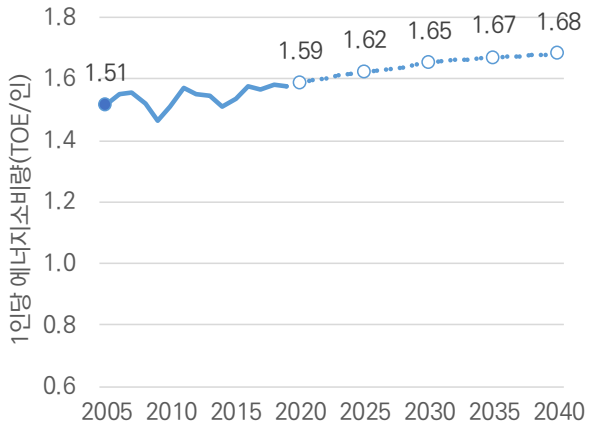
○ 신 · 재생에너지는 정부 정책 요인 등으로 계속 증가할 전망

○ 에너지 원단위는 개선되는 반면 1인당 에너지소비량은 증가할 것으로 전망됨

- 서울시 에너지 원단위는 2005년에 비해 2030년에 46.9%, 2040년에 55.4% 향상
- 1인당 에너지소비량은 2005년에 비해 2030년에 9%, 2040년에 11.1% 증가



〈그림 4-2〉 에너지 집약도 전망(BAU)



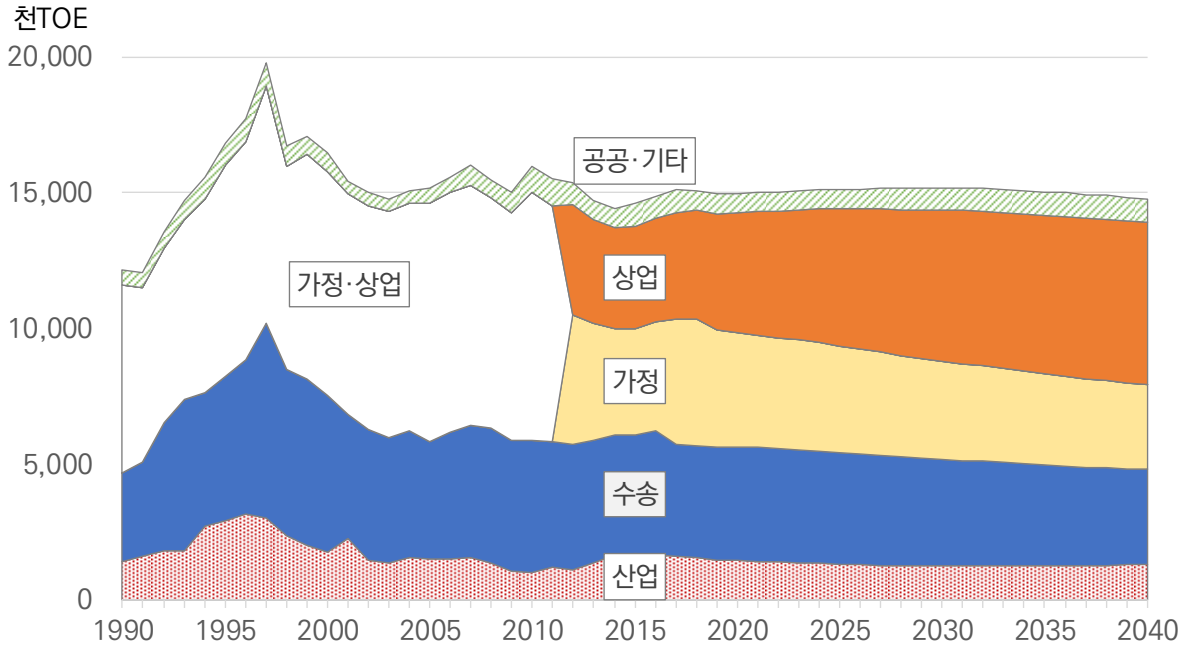
〈그림 4-3〉 1인당 에너지소비량 전망(BAU)

2) 부문별 에너지 수요전망

□ 부문별 수요 증감

○ 상업부문과 공공부문을 중심으로 에너지 수요가 증가하고, 산업부문과 수송부문에서는 에너지 수요가 감소할 것으로 전망됨

- 상업부문의 에너지 수요 증가는 서비스업 중심의 경제성장과 공공서비스 수요의 증가를 반영
- 산업부문과 수송부문의 에너지 수요 감소는 산업구조의 변화와 수송부문 효율향상과 통행특성의 변화를 반영함



〈그림 4-4〉 부문별 에너지 수요(BAU)

〈표 4-6〉 부문별 에너지 수요 전망(BAU)

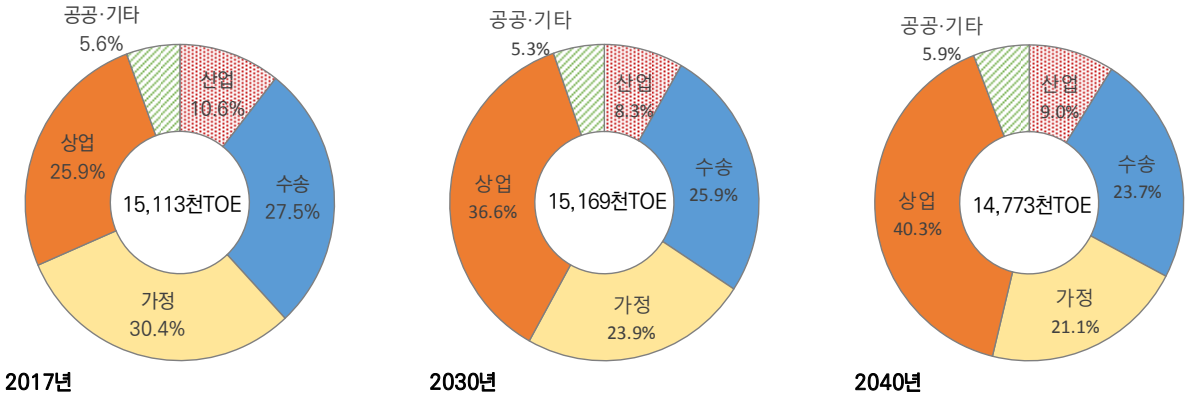
(단위: 천TOE)

연도	산업	수송	가정 · 상업			공공 · 기타	합계
			합계	가정	상업		
2005	1,527	4,292	8,777	N/A	N/A	587	15,182
2017	1,607	4,150	8,511	4,598	3,913	845	15,113
2020	1,452	4,177	8,624	4,215	4,409	730	14,984
2025	1,324	4,129	8,946	3,908	5,037	732	15,132
2030	1,258	3,930	9,172	3,620	5,552	810	15,169
2035	1,255	3,725	9,187	3,344	5,843	870	15,037
2040	1,324	3,505	9,079	3,121	5,957	865	14,773

주: 2005년은 지역에너지통계연보에서 가정과 상업부문 미구분. 2005년 제외 부문별 신재생에너지 소비는 반영하지 않음

○ 상업부문의 에너지 수요 비중은 계속 증가하며 상업과 수송부문을 중심으로 한 에너지 절감 대책 필요

- 서울시 총 에너지 소비 중에서 상업부문의 에너지 수요 비중은 계속 증가하여 2040년에는 40.3%를 차지할 것으로 전망
- 이어서 수송부문은 23.7%, 가정부문은 21.1%, 산업부문은 9.0%, 공공부문은 5.9%를 차지할 것으로 전망됨



〈그림 4-5〉 최종에너지 수요 부문별 비중 변화

3) 에너지원별 수요전망

□ 에너지원별 수요 증감

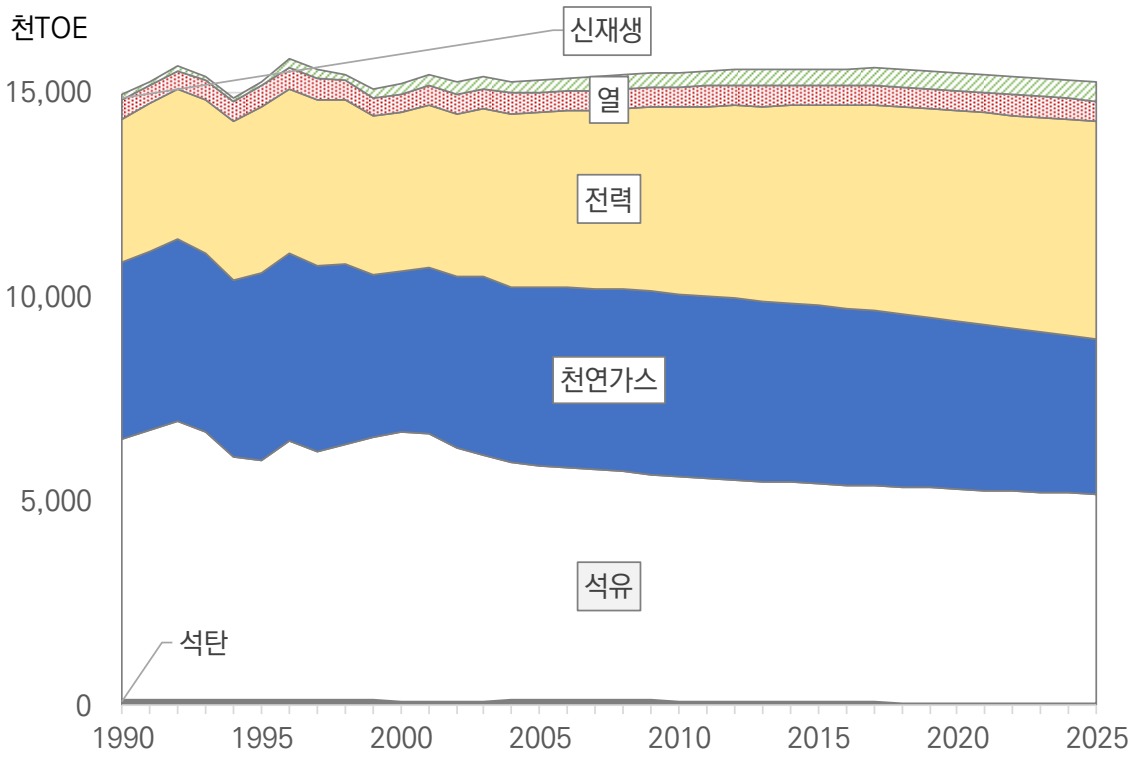
○ 전력, 신·재생은 에너지 수요가 증가하고, 석유와 천연가스, 석탄 등 화석연료의 소비는 감소할 것으로 전망

○ 열에너지 수요전망은 지역난방 공급지역 확대 등 정책의 변화는 고려하지 않고 현재의 공급지역 내에서의 수요 변화만을 반영

- 향후 정책의 변화로 지역난방 공급지역이 확대된다면 열에너지 수요는 크게 증가할 수 있으며, 이때 지역난방은 도시가스와 대체관계이기 때문에 열에너지 수요가 증가하는 만큼 도시가스 수요는 감소할 것. 지역난방 공급지역 확대로 인한 영향은 에너지 목표 수요를 산정하는 데 반영

○ 수송부문의 전력화(전기차 보급 확대)는 고려하지 않음

- 2017년까지 전기차의 보급실적이 미미했기 때문에 현재까지의 역사적 자료를 바탕으로 분석하는 계량경제모형의 특성상 전기차의 영향을 분석하기는 어려웠기 때문임. 향후 전기차 보급이 많아진다면, 에너지원 중에서 전력 소비는 더욱 높아지고, 대체 관계인 석유 소비는 그만큼 줄어들 것으로 예상됨. 전기차 보급의 영향은 에너지 목표 수요를 산정하는 데 반영함



〈그림 4-6〉 에너지원별 수요 전망(BAU)

〈표 4-7〉 에너지원별 수요 전망(BAU)

(단위: 천TOE)

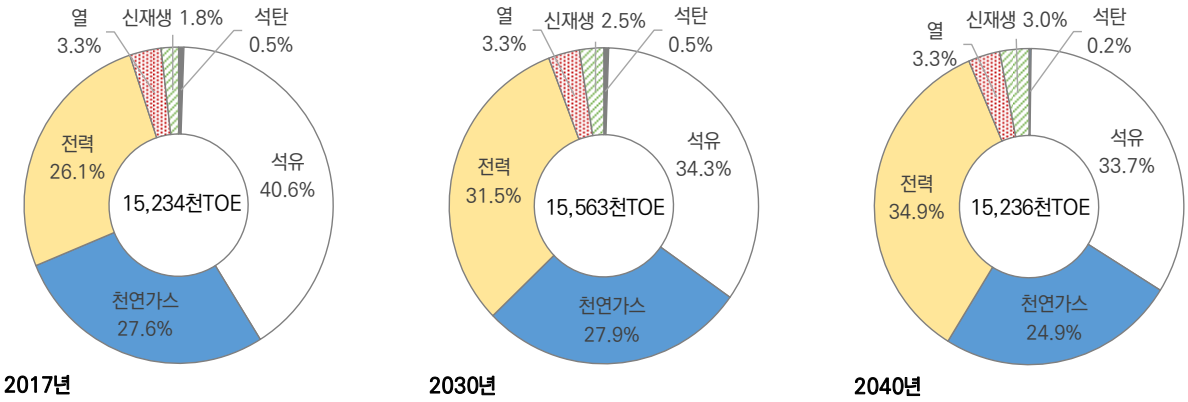
연도	석탄	석유	천연가스	전력	열	신 · 재생	합계
2005	165	6,038	4,912	3,485	487	95	15,182
2017	83	6,185	4,206	3,982	503	275	15,234
2020	114	5,752	4,344	4,278	496	305	15,289
2025	102	5,497	4,465	4,563	505	352	15,483
2030	76	5,345	4,344	4,897	507	394	15,563
2035	51	5,237	4,113	5,133	502	431	15,468
2040	32	5,130	3,795	5,311	504	464	15,236

○ 서울시 총 에너지 소비 중에서 전력의 비중은 지속적으로 증가

- 2040년 전력의 비중은 34.9%를 차지할 것으로 전망
- 에너지원 중에서는 전력 소비 관리의 중요성이 더욱 커짐

○ 신 · 재생에너지의 비중은 3.0%까지 증가

○ 석탄과 석유, 천연가스 등 화석연료의 비중은 감소



〈그림 4-7〉 에너지원별 비중 변화

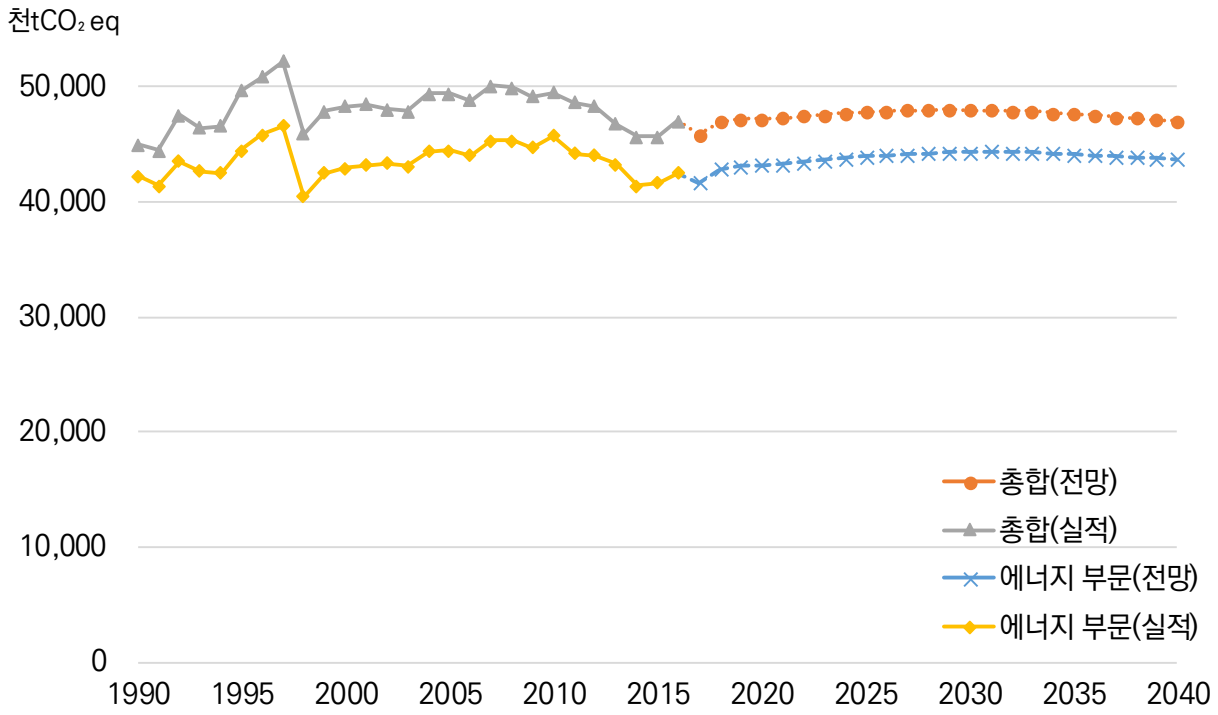
다. 온실가스와 대기오염물질 배출량 전망(BAU)

1) 온실가스 배출

□ **서울시 온실가스 배출량 전망 결과**

○ 2040년 온실가스 배출량은 47,035천톤CO_2eq로 2005년 대비 4.9% 감소할 것으로 전망됨

- 2030년의 배출량은 2005년 대비 2.9% 감소
- 에너지 수요와 마찬가지로 온실가스 배출량에 큰 변화는 없지만 2030년 이후 점차 감소할 것으로 전망



주: 서울시(2020)의 방법론 활용 에너지 부문 온실가스 배출량 산정. 비에너지부문은 서울시(2020)의 전망치 적용. 실적 값은 서울시 온실가스 인벤토리 활용

〈그림 4-8〉 온실가스 배출 변화 전망(BAU)

□ **부문별 온실가스 배출량**

○ 상업부문의 배출량 증가가 가장 두드러지게 나타나며 공공부문에서도 배출량 증가가 전망됨

○ 가정부문과 수송(항공 제외), 산업부문에서는 배출량이 감소할 것으로 전망됨

〈표 4-8〉 서울시 온실가스 배출량 전망(BAU)

(단위: 천톤CO_2eq)

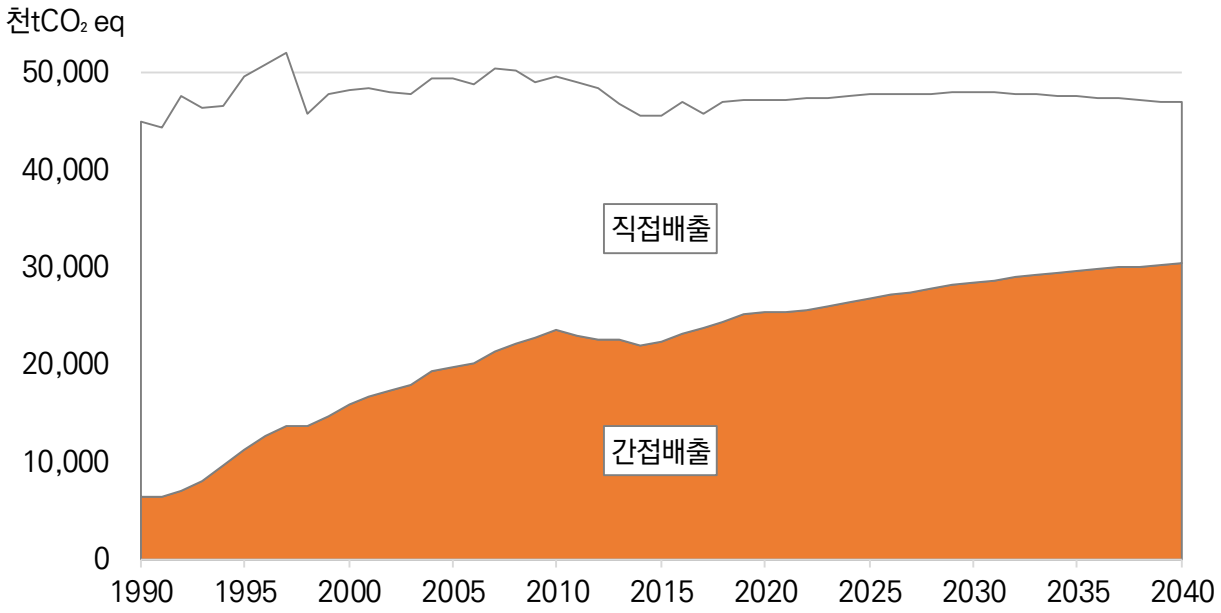
연도	부문별								에너지부문 합계	총합
	산업	공공	가정	상업	수송 (항공)	수송 (항공 제외)	비에너지	에너지 생산		
2005	4,173	1,577	14,736	14,951	182	10,470	4,963	-1,607	44,483	49,445
2016	2,203	1,757	12,530	17,396	386	8,890	4,449	-626	42,537	46,986
2020	2,136	1,800	12,617	18,843	394	7,832	4,043	-438	43,184	47,227
2025	2,075	1,797	12,222	20,880	469	6,919	3,856	-426	43,935	47,792
2030	1,951	1,871	11,740	22,822	517	5,847	3,669	-415	44,333	48,002
2035	1,786	1,914	11,182	24,085	539	5,033	3,482	-404	44,134	47,616
2040	1,657	1,885	10,698	24,907	535	4,451	3,295	-393	43,740	47,035

주: 서울시(2020)의 방법론 활용 에너지 부문 온실가스 배출량 산정. 비에너지부문은 서울시(2020)의 전망치 적용

□ 에너지원별 온실가스 배출량

○ 전력을 중심으로 한 간접배출의 비중은 지속적으로 증가

- 2016년 49%에서 2030년에는 59%, 2040년에는 65%에 이를 것으로 전망되어 온실가스 배출 측면에서 전력소비의 중요성이 점점 더 커짐
- 이와 관련하여 배출계수의 변화가 중요하며, 제3차 국가에너지기본계획에서 제시한 발전원 믹스 계획에 따른 온실가스 배출량 변화는 에너지 목표 수요의 기대효과를 다루는 부분에서 고려함



주: 서울시(2020)의 방법론 활용 에너지 부문 온실가스 배출량 산정. 비에너지부문은 서울시(2020)의 전망치 적용

〈그림 4-9〉 직접배출과 간접배출 전망(BAU)

2) 대기오염물질 배출

□ 서울시 대기오염물질 배출량 전망 결과

○ 에너지원별 수요변화에 따른 에너지 부문 대기오염물질 배출량으로 2040년 초미세먼지 배출량은 2016년 대비 22% 감소할 것으로 전망됨

- 초미세먼지 주요 전구물질로서 질소산화물의 2040년 배출량은 2016년 대비 29%가 감소하고, 황산화물의 2040년 배출량은 2016년 9.6%가 증가할 것으로 전망. 휘발성유기화합물과 암모니아 2040년 배출량은 2016년 대비 각각 41%와 34% 감소할 것으로 전망됨
- 에너지 수요 총량은 큰 변화가 없지만, 에너지원별 구성에서 화석연료의 소비가 감소할 것으로 전망되기 때문임

〈표 4-9〉 에너지부문 대기오염물질 배출량 전망(BAU)

(단위: 톤)

년도	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC	NH_3	BC
2016	59,942	84,826	11,107	1,847	1,812	1,603	10,775	986	823
2020	53,129	76,642	10,779	1,695	1,660	1,461	9,450	884	722
2025	48,501	71,238	10,962	1,597	1,561	1,367	8,524	820	652
2030	43,646	65,997	11,515	1,518	1,481	1,291	7,519	753	595
2035	40,155	62,428	11,943	1,479	1,441	1,253	6,823	700	569
2040	37,819	60,156	12,171	1,480	1,441	1,254	6,404	655	574

주: 국가 대기오염물질 배출통계(CAPSS)와 달리 전력과 열 소비에 따른 간접배출도 포함한 값임. 비에너지부문 배출량은 포함하지 않음

제 5 장
시민참여를 통한 계획의 비전과 목표 설정

가. 시민참여형 에너지계획 수립 배경 및 목적

나. 서울에너지 시민워크숍 결과

다. 서울시 에너지계획의 비전과 목표 설정

05 시민참여를 통한 계획의 비전과 목표 설정

가. 시민참여형 에너지계획 수립 배경 및 목적

1) 시민참여형 에너지계획 수립 배경

(1) 시민참여형 에너지 정책 수립 확산

□ 정부와 서울시를 비롯한 주요 지자체는 시민참여형 에너지 정책 수립으로 전환하고 있음

○ 정부와 전문가 주도형 원전정책에서 시민참여형으로 전환

- 2017년 6월 우리나라 첫 원자력발전소인 고리 1호기의 영구 정지 선포식 거행
- 정부는 2017년 8월 100대 국정과제에서 탈원전 로드맵 수립과 공론화를 통해 사용 후 핵연료 정책을 재검토하고, 건설 진행 중인 신고리 5·6호기에 대해서도 원점에서 재검토하겠다고 발표
- 이에 따라 신고리 5·6호기 공론화위원회 구성하고, 2017년 7월 24일부터 2017년 10월 20일까지 약 3개월간 신고리 5·6호기 건설 중단 여부에 대한 사회적 합의를 도출하기 위해 시민참여형 조사를 통해 공론화 추진
- 최종적으로 시민대표 471명 참여하여 59.5%가 건설을 재개하되, 원자력발전을 축소하는 방향으로 에너지 정책을 추진할 것을 권고
- 시민참여형 조사를 위해 46억 3천 100만 원의 예산을 책정함

○ 서울시 원전하나줄이기 종합대책 2단계는 시민이 살리고 시민을 살리는 '에너지 살림도시 서울'로 1단계보다 더욱 시민주도성을 강화함

- 시민이 에너지 생산하고, 효율적으로 소비하는 에너지 자립도시, 서울'을 비전으로 설정하고 천만 서울시민이 에너지 소비자에서 생산자가 되어 자립을 선도하는 것을 추진 전략으로 삼음
- 시작단계부터 사업의 주요 방향과 방법까지 시민들과 함께 준비. 6개월간 48명의 학계, 정·제계, 시민 대표 등으로 구성된 원전하나줄이기 실행위원회를 중심으로 소셜픽션, 정책토론회 등을 개최함
- 시민이 에너지 생산자가 될 수 있도록 태양광 미니발전소 보급과 태양광 시민펀드를 조성하고 에너지 생산 · 효율화 · 절약에 대한 시민의 지속적이고 능동적인 참여를 이끌기 위해 에너지 자립마을 등 에너지 공동체를 확산시킬 수 있는 지원사업을 마련
- 원전하나줄이기 종합대책에는 의사결정 및 실행기능을 가진 두 거버넌스 기구를 설치함. 원전하나줄이기 시민위원회는 정책 추진에 있어 사회의 각계각층의 상시 참여가 가능한 실질적 거버넌스를 위해 설립된 위원회로 다양한 분야의 인사들이 참여함. 원전하나줄이기 실행위원회는 사업 실행기구로 운영하기 위해 시민위원회 참여계층 외에 협회, 유관기관, 시민공동체 등의 단체가 참여하고 있으며

시민참여형 거버넌스의 모범적 모델을 정립했다고 평가됨

○ **'기후변화 대응을 위한 서울의 약속'은 시민사회가 중심이 된 거버넌스 방식으로 작성**

- 시민사회, 전문가, 공무원으로 구성된 서울시 대표 거버넌스 기구인 녹색서울시민위원회, 원전하나줄이기 시민위원회, 원전하나줄이기 실행위원회에서 온실가스 저감에 대한 비전과 행동계획 작성 필요성 제기
- 각 위원회의 위원과 서울연구원의 분야별 전문가가 모여 작성위원회를 구성하고 실천 의제를 담당하는 공무원으로 구성된 행정실무조직을 운영함
- 작성 단계별로 추진된 내용을 공개해 온라인 채널을 통해 시민 의견을 수렴하고, 시민단체와 학교 현장에서는 온실가스 줄이기 서약을 받음
- 자치구에서는 간담회와 토론회를 열고 광화문 광장에서는 만민공동회를 개최
- 작성 과정에 참여한 시민단체를 중심으로 선도적 행동의 필요성이 대두되면서 CO_2 1인 1톤 줄이기 시민운동본부가 구성됨

○ **시민참여형 지역에너지 정책추진 확산**

- 2019년 부산시는 부산광역시 2050 클린에너지 마스터플랜 수립과정에서 80명의 시민아카데미 회원을 모집하여 5회에 걸쳐 전문가 강의를 수강 후 에너지 비전 도출, 정책 제안, 에너지 시민헌장을 제정함
- 2017년 충청남도는 도민 77명이 참여하는 에너지기획단 워크숍(3회)을 통해 시민참여형 에너지 비전 및 계획 수립함
- 2016년 전라북도는 지역에너지계획 수립과정에서 35명의 도민이 참여하는 워크숍(1회)을 개최하여 에너지 시나리오 및 정책을 청취함
- 2015년 대구시는 지역에너지계획 수립과정에서 112명의 시민을 대상으로 시민참여단 공론조사를 실시함

○ **시민참여형 에너지계획 수립의 한계와 시사점**

- 대체로 소규모 용역의 일부로 추진하는 관계로 시간과 예산의 제약이 따름
- 소수의 적극적 참여자 중심으로 참여 인원이 선정될 우려가 있어 대표성 부여에 한계
- 의제 선정과 사업 제안에 있어서 지방자치단체와 중앙정부의 역할 구분에 대한 이해 부족으로 부적절한 의제와 사업이 제안되기도 함. 이런 현상은 전문가 집단에서도 종종 나타남
- 그럼에도 불구하고 시민이 결정했다는 사실이 정책추진에 강력한 권능을 부여함

(2) 시민참여형 에너지계획 수립 사례

□ 부산광역시 2050 클린에너지 마스터플랜과 시민아카데미(2019년)

○ **모집**

- 공고를 통해 신청자 모집
- 당초 100명 목표였으나 80명 등록(등록신청 전체 인원)

- 50명 수료(5회 중 4회 이상 참여자에게 수료증 수여)

○ **추진 경과**

- 시민아카데미 5회, 타운홀미팅 1회 실행
- 2019. 4. 3 공청회 (비전 확정)
- 2019. 4. 22 에너지정책위원회 보고

○ **비전 설정**

- 전문가 강의를 통해 시민에게 정보 및 지식 제공
- 아카데미 수강생을 대상으로 핵심가치 키워드 도출
- 핵심 키워드 도출을 통해 비전 후보 6개를 도출하여 투표를 통해 2개 선정
- 2개의 비전 후보를 공청회에 상정하여 공청회에서 비전 확정

○ **정책 제안**

- 수강생을 대상으로 정책 아이디어 공모 후 투표를 통해 정책 선정

○ **에너지 시민헌장 제정**

- 시민헌장 제정을 위해 아카데미에 별도 분과를 설치하고 분과에서 아이디어 수렴
- 워킹그룹, NGO, 공청회 등을 통해 의견 수렴
- 홈페이지에 등록하여 시민의견 수렴 후 2019년 8월에 공표

□ 충청남도 에너지 비전 수립(2017년)

○ **기획 의도**

- 에너지 전환의 안정적인 추진을 위해 도민들의 이해 및 공감 필요
- 전문가 중심에서 벗어나 도민들의 숙의에 기초한 비전과 목표 설정 필요
- 도민, 연구기관, 행정기관, 협력기관, 시민사회단체의 협업 구조 마련

○ **숙의적 시민참여의 원칙과 방향**

- 도민이 직접 충남 2050 에너지 미래를 결정
- 최종 워크숍의 결정 사항(선택된 에너지 시나리오)을 최대한 수용하여 연구진이 최종 보완
- 숙의적 시민참여 방법론 적용
- 대표성/숙의성의 균형, 이해관계자 참여 배제 및 입장 반영

○ **추진 체계 및 준비 경과**

- 공동 주최: 충청남도, 충남녹색성장포럼, 충남연구원
- 공동 주관: 충청남도 지속가능발전협의회, 에너지기후정책연구소
- 추진 체계 구성: 도민 에너지기획단 워크숍의 체계적 추진 위해 추진단/실무단/지원단 구성
- 행정기관(에너지 분야/협치 분야), 연구기관(충남 내부/외부), 거버넌스/시민단체, 퍼실리테이터, 영

상팀의 협력 체계 구축

○ **도민 에너지기획단 워크숍 프로그램 설계 원칙**

- 학습: 탈석탄 에너지전환의 필요성과 가능성, 에너지 일반교양, 충남 에너지 현황과 문제점
- 토론: 참여 도민들 사이의 합리적 토론 문화, 의견 형성 및 의견 변화에 열린 자세
- 숙의: 다양한 에너지 대안 시나리오 검토, 이해관계자들의 다양한 입장 확인
- 선택: 에너지전환 비전 선택, 바람직한 에너지 시나리오 선택

○ **모집과 선정**

- 모집 기간: 2017년 8월 25일~9월 18일
- 모집 방법: 홍보물(포스터, 웹자보, SNS 등)과 언론 홍보 및 광고를 통해 (전자)우편과 팩스로 신청자 모집(신청서 제출)
- 선정: 신청자 115명 중 지역, 연령, 성별, 직업 등을 고려하여 77명 최종 선정

○ **워크숍 프로그램 개요**

- 1차 워크숍(교양교육): 위촉, 오리엔테이션, 특강, 충남의 에너지현황과 과제 발제 등
- 2차 워크숍(기초토론): 충남의 에너지전환가능성, 발표 및 질의응답, 비교토론, 쟁점토론
- 3차 워크숍(비전선택): 도지사와의 대화, 이해관계자 컨퍼런스, 에너지시나리오 토론과 선택

○ **워크숍 결과**

- 도지사와의 대화 프로그램을 통해 에너지기획단 활동에 자긍심을 고취하고 최종 선택에 대한 행정의 신뢰감을 부여
- 전문가 참석 컨퍼런스를 통해 1,2차 워크숍에서 미흡했던 정보를 획득할 수 있었고, 연구진 이외의 연구자들의 객관적 평가를 통해 도민들이 에너지시나리오를 숙의/선택하는 데 효과적이었음
- 이해관계자 참석 컨퍼런스를 통해 에너지 전환 과정에서 영향을 받게 되는 집단의 입장을 청취하고 도민들이 직접 관련 내용을 질의하고 답변을 받을 수 있어 보다 다양하고 생생한 의견을 상호 공유할 수 있었음
- 에너지시나리오 1, 2라운드를 통해 최종적으로 에너지시민 시나리오가 다수 합의안으로 선택되었으며, 다수안에 대한 보완의견을 취합하여 최종보고서에 관련 내용을 담기로 함

□ 제3차 전라북도 지역에너지계획(2016년)

○ **워크숍 및 설문조사 실시**

- 전문가 워크숍(자문위원회, 9명)과 병행하여 도민 워크숍 실행
- 시·군공무원/시민사회 설문조사 실시
- 도민 워크숍(12월 8일): 시군 시민단체 활동가와 주민 30명, 시군 에너지 담당 공무원 14명 참석
- 에너지기후정책연구소와 전라북도지속가능발전협의회 공동 추진

○ 워크숍 취지

- 광역 지역에너지계획 수립을 위한 주요 내용 논의와 의견 취합

○ 워크숍 주요 내용

- 2030 에너지 미래 상상, 2021 에너지 비전과 목표 토론, 도와 시군의 핵심정책과 특화사업 논의

□ **제4차 대구시 지역에너지계획(2015년)**

○ 시민참여모델 운영위원회 구성

- 대구지속가능발전협의회 에너지 분야 전문가, 공무원, 활동가, 연구진, 시민참여 프로그램 전문가

○ 대구지역에너지 시민참여단

- 포커스 그룹: 청년, 여성, 교사, NGO 활동가 등
- 타운미팅: 구군별 인구, 연령별, 성별 분포 반영 112명을 무작위로 선발, 40명 최종 참석

○ 추진 경과

- 1단계 포커스 그룹 토론(7월~8월): 기준 시나리오에 대한 의견 제시, 쟁점 도출
- 2단계 타운미팅(9월 6일): 2035 비전과 목표 토론, 공론조사를 통한 시나리오(대구 에너지 독립) 결정

2) 시민참여 시나리오 워크숍 개최 목적

□ **행정의 일방적 계획이 아닌 시민들이 직접 참여하고 결정하는 미래상 설계를 통해 서울의 중장기 에너지 비전 확정**

○ 시민참여형 에너지계획 수립

- 에너지정책의 추진에 있어서 과거에도 설문조사, 정책토론회, 전문가자문회의, 서울시 주요 위원회 회의 등을 통해 시민참여 확대를 위한 노력이 있었음
- ‘서울의 약속’은 시민과 전문가가 함께 만든 대표적인 시민참여형 에너지 정책이었음. 시민을 대상으로 설문조사와 온실가스 1인1톤 줄이기 서명 등을 통해 서울시 에너지정책 추진의 당위성을 뒷받침했으며, 전문가들은 여러 차례 워크숍을 통해 의제를 다듬었음
- 서울시 지역에너지계획에서는 이보다 더 나아가 ‘시민참여 시나리오 워크숍’을 개최함으로써 직접 참여형 계획을 수립하고자 함

○ 시민이 계획하는 서울에너지계획과 에너지 민주주의 실현

- 시민이 에너지 미래상 설계에 직접 참여하여 목표와 비전을 제시
- 숙의 과정을 통한 에너지 시나리오 선택과 시민 체감형 에너지 정책을 반영함으로써 ‘시민이 계획하는 서울에너지계획’을 실현
- 서울시는 시민참여형 시나리오 워크숍을 통해 기후변화대응과 에너지정책 추진에 있어서 에너지민주주의를 실현하고자 함

나. 서울에너지 시민워크숍 결과

1) 서울에너지 시민워크숍 개최 개요

(1) 워크숍 진행 개요

□ 추진일정

〈표 5-1〉 서울에너지 시민워크숍 추진일정

일자	세부 추진 내용
07.16~07.31	서울에너지 시민기획단 모집
08.02	서울에너지 시민기획단 선정 회의
08.06	합격자 발표
08.08~08.16	사전 인식조사(전화조사)
08.24	제1차 시나리오 워크숍(서울시청 8층 다목적홀)
08.31	제2차 시나리오 워크숍(종로구청 4층 한우리홀)
09.07	태풍으로 3차 워크숍 연기
09.28	제3차 시나리오 워크숍(서울시의회별관 제1대회의실)
10.15	결과 보고(에너지정책위원회 주요 인사 참석)

(2) 서울에너지 시민기획단 및 퍼실리테이터 모집

□ 시민기획단 모집

○ 모집 방법

- 서울연구원 홈페이지, 페이스북, 블로그, 뉴스레터, 서울시 홈페이지, 트위터, 내 손안에 서울 등에 홍보물을 게재해 참가신청서와 메일을 통하여 모집
- 모집 기간: 2019. 7. 16. ~ 2019. 7. 31.
- 모집 인원: 워크숍 참석인원 100인을 목표로 참석률을 고려하여 120명 선정 (총 신청자 254명 중 (중복 제외) 120명 확정)
- 총 3회 참석 조건으로 참가자 모집

〈표 5-2〉 서울에너지 시민기획단 신청자 분포

성별	연령	도심권	서북권	동북권	서남권	동남권	합계
여성	10대	1	5	3	2		11
	20대	3	9	16	14	8	50
	30대	4	1	1	3	1	10
	40대	3	4	8	7	3	25
	50대	3	7	9	7	4	30
	60대	1	3	4	3	1	12
	70세 이상				1	1	2
남성	10대	1	2	4	5		12
	20대	1	7	10	7	3	28
	30대		2	5	6	5	18
	40대	1	3	8	6	4	22
	50대		5	7	6	4	22
	60대		3	2	4	1	10
	70세 이상		1	1			2
합계		18	52	78	71	35	254

주: 도심권 : 용산구, 종로구, 중구 서북권 : 마포구, 서대문구, 은평구
서남권 : 강서구, 관악구, 구로구, 금천구, 동작구, 양천구 동남권 : 강남구, 강동구, 서초구, 송파구
동북권 : 강북구, 광진구, 노원구, 도봉구, 동대문구, 성동구, 성북구, 중랑구

□ 시민기획단 선정

○ 선정방식

- 권역별 인구를 집계하여 인원 배분
- 성별, 연령별 구성비를 고려하되 미래세대인 10~20대에 대해 소수점 이하 인원을 절상하거나 1~2명 범위 내에서 조정
- 참가자 선정 시, 지나친 소수자 배려는 대표성 문제가 있어 권역과 연령만을 우선 고려함

○ 참가자 선정을 위한 선정 위원회를 구성하여 선정 회의 개최

- 서울시에너지정책위원회 위원, 외부전문가, 서울시, 코리아스픽스(주) 임직원 등으로 선정위원 구성

○ 선정결과

〈표 5-3〉 최종 선정된 서울에너지 시민기획단 분포

성별	연령	도심권	서북권	동북권	서남권	동남권	합계
여성	10대	1	3	3	2		9
	20대	3	2	4	3	3	15
	30대	3	1		1	1	6
	40대	1	3	4	3	1	12
	50대	1	2	4	3	1	11
	60대	1	3	3	3		10
	70세 이상					1	1
남성	10대	1	2	3	4		10
	20대	1	1	3	3	2	10
	30대			4	4	4	12
	40대		2	2	3	1	8
	50대		2	3	3	1	9
	60대		2	1	2	1	6
	70세 이상		1				1
합계		12	24	34	34	16	120

주: 도심권 : 용산구, 종로구, 중구 서북권 : 마포구, 서대문구, 은평구
서남권 : 강서구, 관악구, 구로구, 금천구, 동작구, 양천구 동남권 : 강남구, 강동구, 서초구, 송파구
동북권 : 강북구, 광진구, 노원구, 도봉구, 동대문구, 성동구, 성북구, 중랑구

(3) 서울에너지 시민기획단 참여 동기 조사

□ 조사개요

○ 조사목적

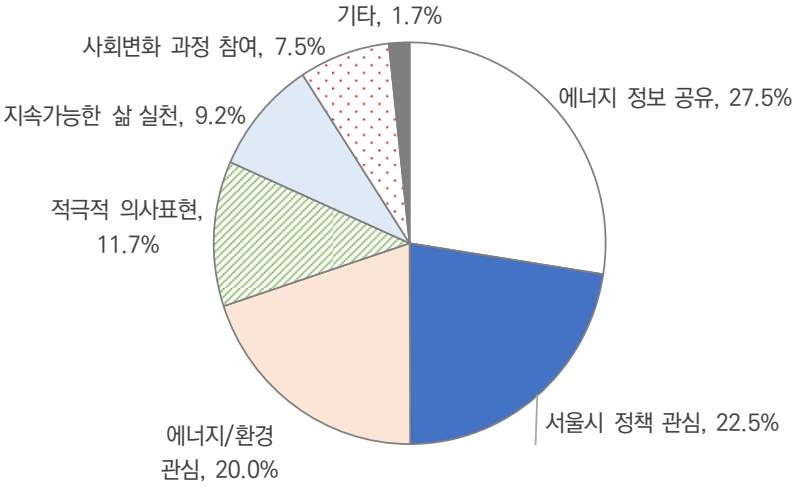
- 시민기획단의 사전인식조사를 통해 워크숍 진행 방향 설정에 활용
- 사전인식조사를 통해 에너지 정책의 방향성을 가늠

○ 조사방법

- 최종 선정된 120명의 온라인 참가신청서의 참여 동기 분석

□ **참여 동기 조사 결과**

○ 본인이 가진 정보의 공유 및 에너지 관련 정보를 얻기 위한 동기로 참여한 참가자가 27.5%로 가장 많았으며, 서울시 에너지 정책에 관심이 있거나 정책 과정에 참여하고 싶은 동기를 가진 참가자가 22.5%로 뒤를 이음



〈그림 5-1〉 워크숍 참가자 참여 동기 분석

(4) 서울에너지 시민기획단의 기후 및 에너지에 대한 사전 인식 조사

□ **조사개요**

○ 조사목적

- 서울시 에너지의 현주소와 미래의 모습을 예측하고, 서울시 에너지 목표를 달성하기 위한 시민의 실천과제 수립

○ 조사대상 및 응답자

- 서울에너지 시민기획단 120명의 조사대상 중 67명 응답

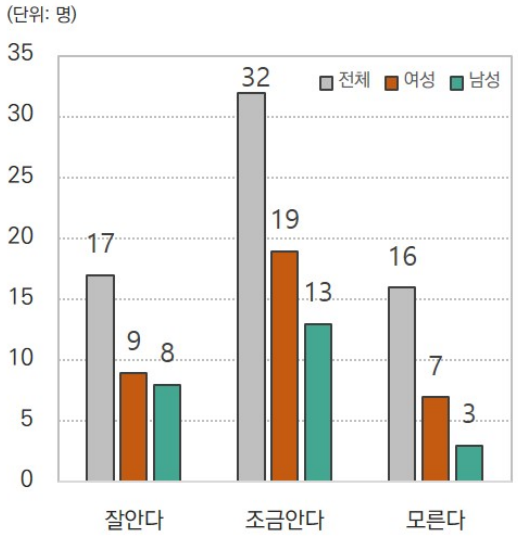
○ 조사내용

- 인구통계: 성별, 연령별, 거주구, 직업
- 개인의 에너지 관련 소비 현황 인식
- 서울시 에너지 및 기후변화 정책에 관한 인식
- 서울 에너지 미래상에 관한 의견

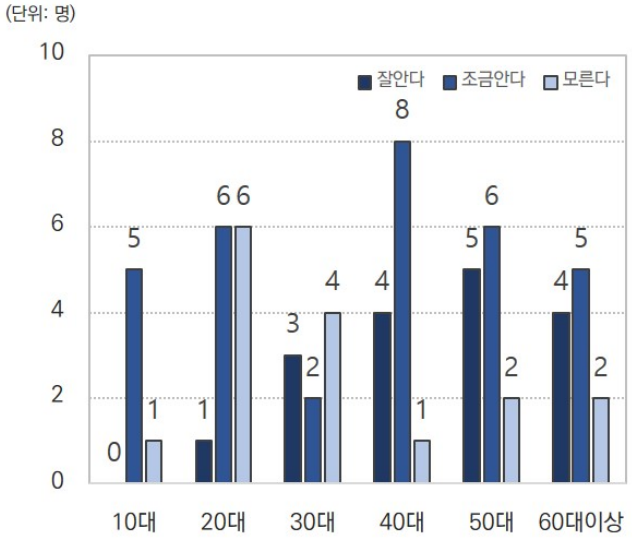
□ **서울시 에너지 및 기후변화 정책에 관한 인식 조사결과**

○ '원전하나줄이기' 인지도

- 조금 안다(49%), 잘 안다(26%), 모른다(25%) 순으로 나타남
- '원전하나줄이기' 정책의 경우 대체로 알고 있다는 답변이 많음
- 연령대별로 10대는 조금 안다는 답변이 우세, 20대와 30대는 잘 모른다는 답변이 상대적으로 많음



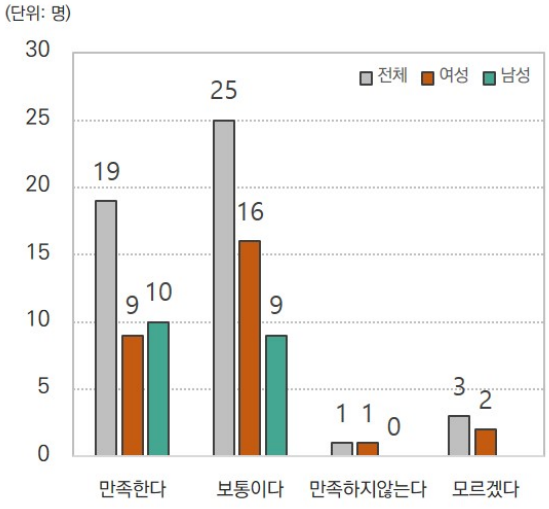
〈그림 5-2〉 원전하나줄이기 인지도



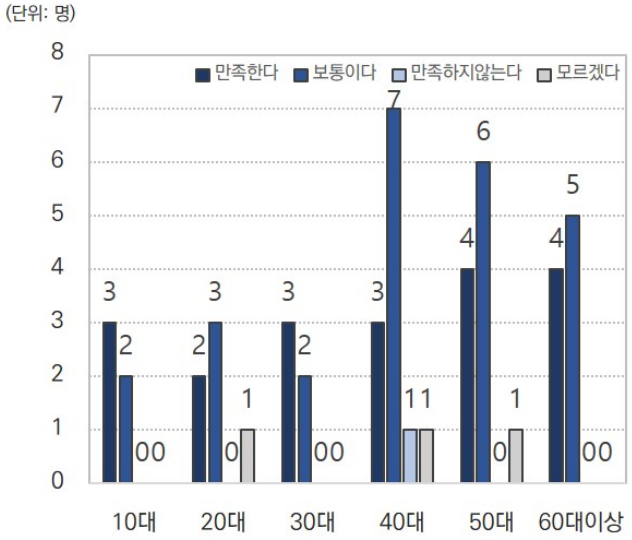
〈그림 5-3〉 연령대별 원전하나줄이기 인지도

○ '원전하나줄이기' 정책 만족도

- 보통(52%), 만족(40%), 불만족(2%) 순으로 나타남
- 전체적으로 정책에 대한 만족도는 보통이라는 답변이 많았으며, 여성보다는 남성들이 정책에 대한 만족도가 상대적으로 높게 나타남
- 연령대로는 10대와 30대에서 상대적으로 높은 만족도를 나타냄



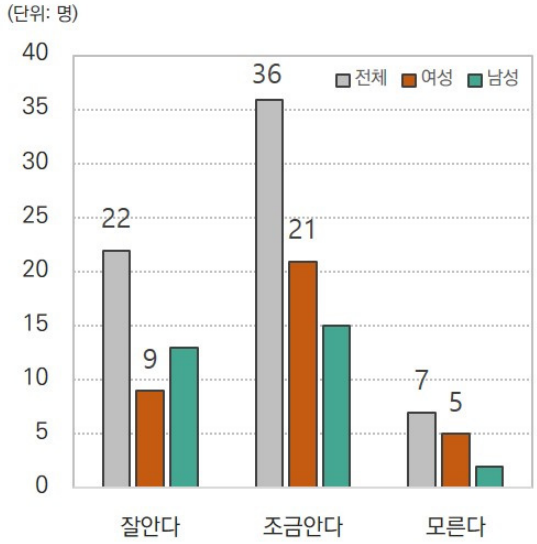
〈그림 5-4〉 원전하나줄이기 만족도



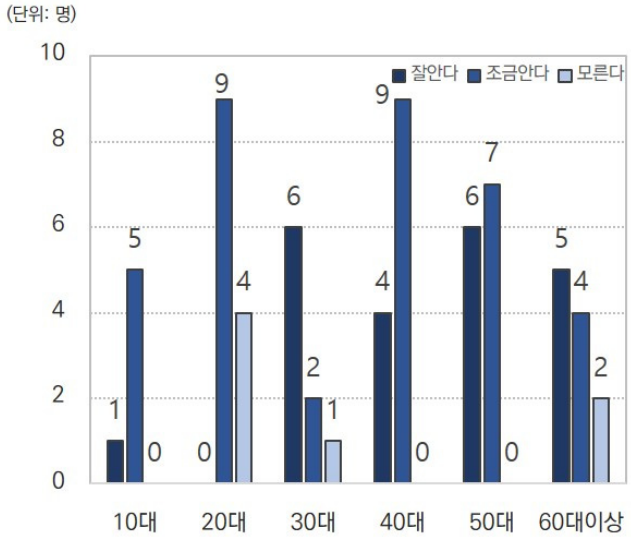
〈그림 5-5〉 연령대별 원전하나줄이기 만족도

○ '태양의 도시, 서울' 인지도

- 조금 안다(55%), 잘 안다(34%), 모른다(11%) 순으로 나타남
- 연령대별로, 30대와 60대에서 잘 안다는 답변이 상대적으로 우세



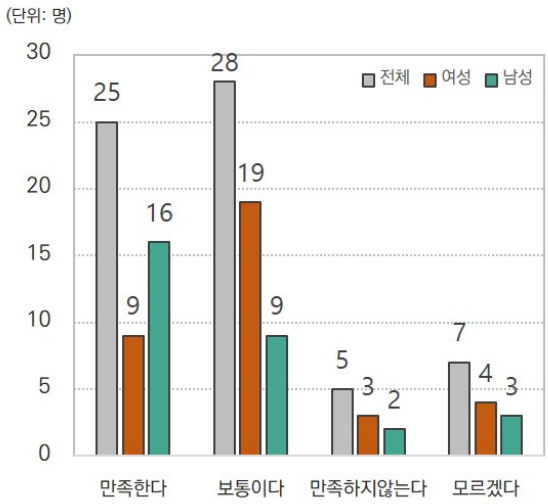
〈그림 5-6〉 '태양의 도시, 서울' 인지도



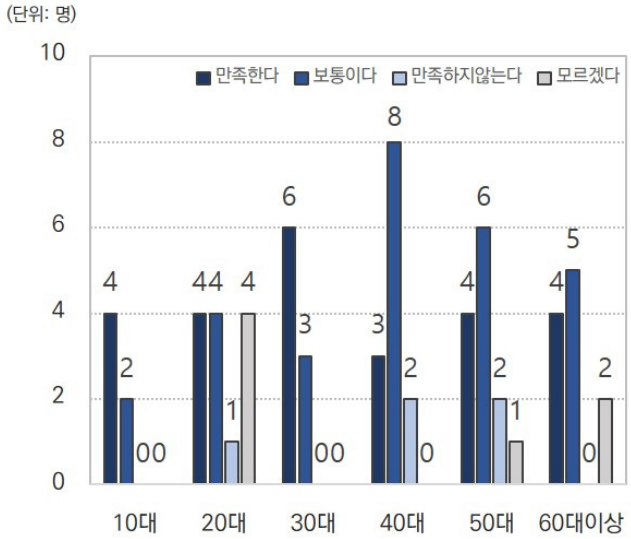
〈그림 5-7〉 연령대별 '태양의 도시, 서울' 인지도

○ '태양의 도시, 서울' 만족도

- 만족과 보통(81%), 모르겠다(11%), 불만족(8%) 순으로 나타남
- 전체적으로 정책에 대한 만족도는 보통이라는 답변이 많았으며, 여성보다는 남성들이 정책에 대한 만족도가 높게 나타남
- 연령대로는 10대와 30대에서 상대적으로 높은 만족도를 보임



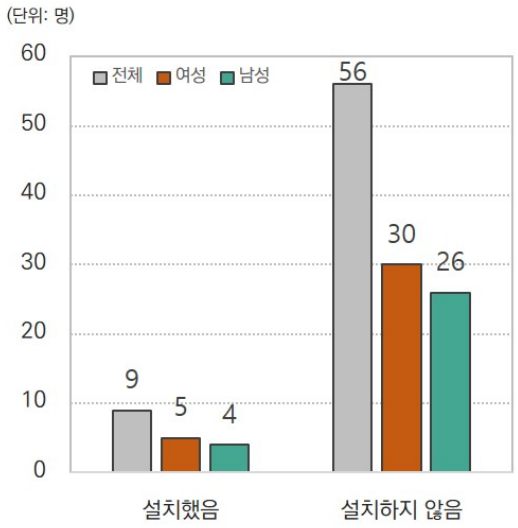
〈그림 5-8〉 '태양의 도시, 서울' 만족도



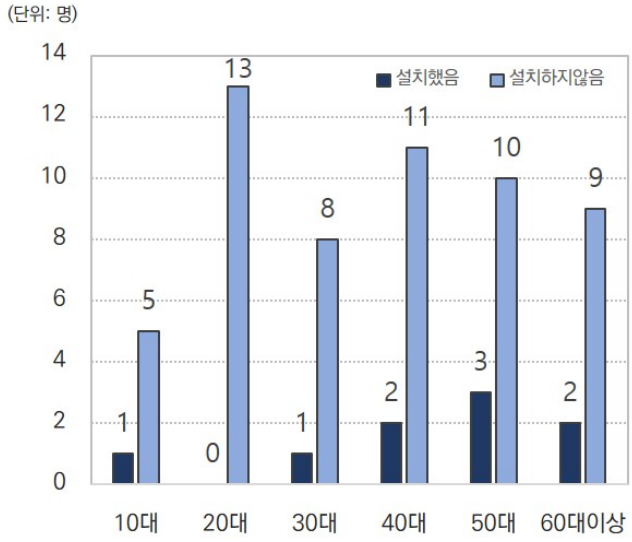
〈그림 5-9〉 연령대별 '태양의 도시, 서울' 만족도

○ 베란다형 미니태양광 설치 여부

- 설치한 응답자는 65명 중 9명으로 설치하지 않은 응답자의 수가 훨씬 많음
- 연령대별로 50대가 다른 연령대에 비해 많이 설치 함



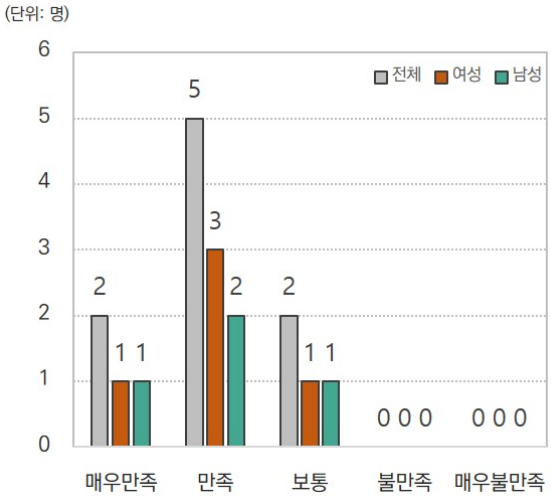
〈그림 5-10〉 베란다형 미니태양광 설치여부



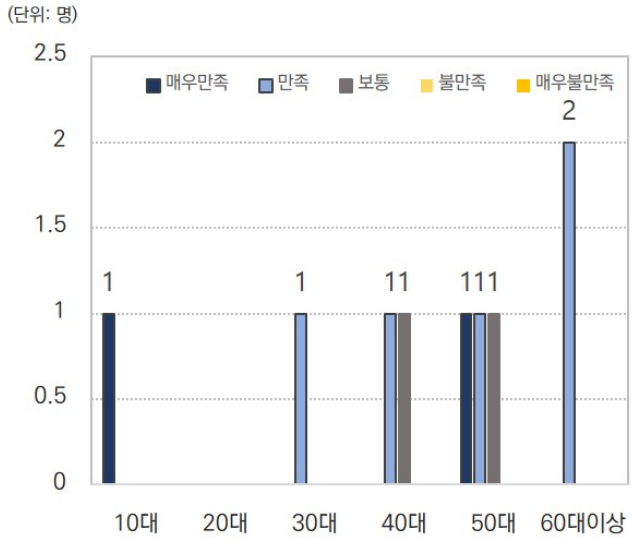
〈그림 5-11〉 연령대별 베란다형 미니태양광 설치여부

○ 베란다형 미니태양광 설치 만족도

- 매우 만족과 만족이 78%를 차지하며 불만족 응답은 없었음
- 연령대로는 40대와 50대에서 만족도가 보통이라는 답변



〈그림 5-12〉 베란다형 미니태양광 설치 만족도



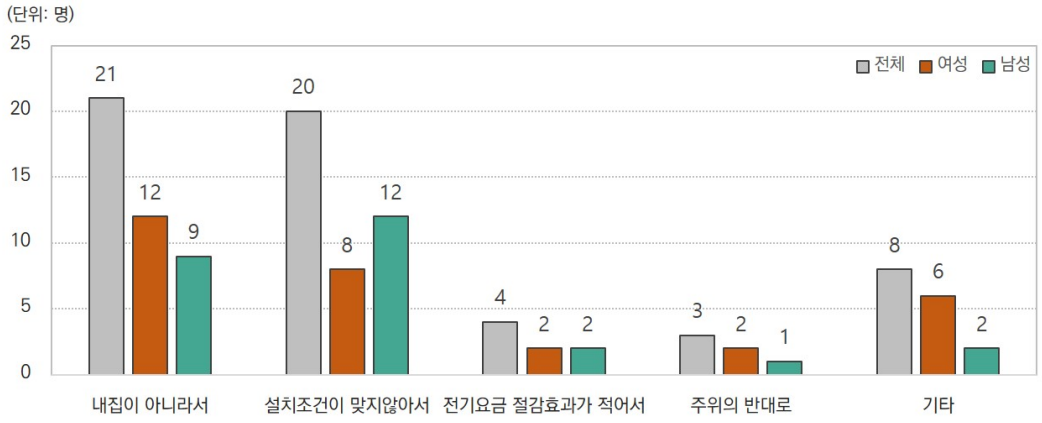
〈그림 5-13〉 연령대별 베란다형 미니태양광 설치 만족도

○ 베란다형 미니태양광을 설치하지 않은 이유

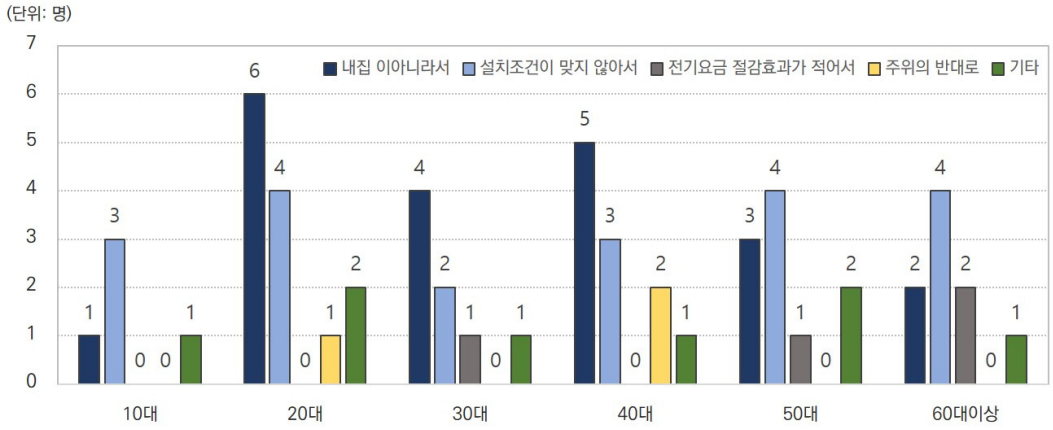
- '내 집이 아니라서(38%)'와 '설치조건이 맞지 않아서(36%)'가 주요 이유로 꼽힘
- 여성은 '내 집이 아니라서(40%)', 남성은 '설치 조건이 맞지 않아서(46%)'라는 답변이 높음
- 연령대로는 20대, 30대, 40대에서는 내 집이 아니라는 답변이 상대적으로 높은 반면에 다른 연령

대는 설치 조건이 높음

- 기타 이유로는 '번거롭다', '무관심(육아 때문에, 상가 주민들)', '정보부족(신청 절차 모른다)', '다른 집 효과 관망' 등이 있음



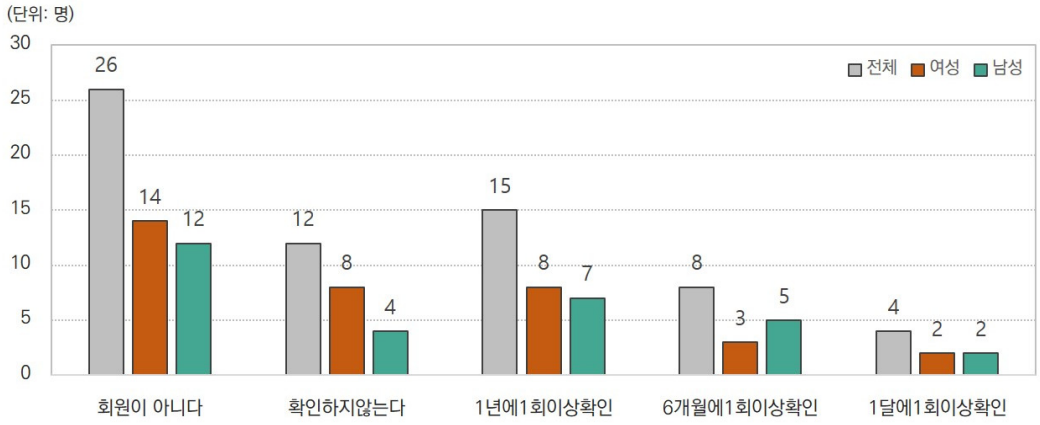
〈그림 5-14〉 베란다형 미니태양광을 설치하지 않은 이유



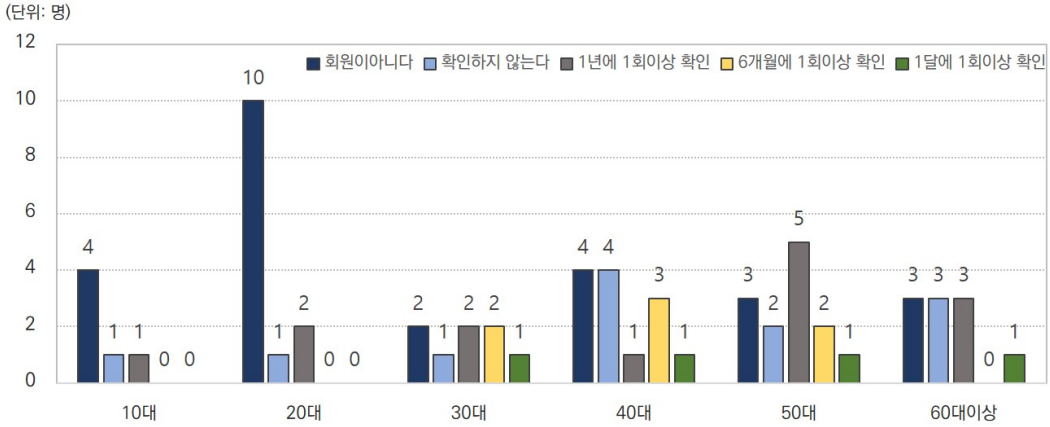
〈그림 5-15〉 연령대별 베란다형 미니태양광을 설치하지 않은 이유

○ 에코마일리지 회원 여부 및 현황 확인 여부

- 참가자들의 40%가 회원이 아니라고 응답
- 회원들 중에는 대다수가 확인하지 않거나(전체의 18%, 회원의 31%) 1년에 1회 정도 확인(전체의 23%, 회원의 38%)하는 것으로 나타남
- 연간 2회 이상 확인하는 응답자는 전체의 18%, 에코마일리지 회원의 31% 수준임
- 연령대로는 10대와 20대가 대부분 회원이 아니라고 하였으며 30대와 50대에서는 1년에 1회 이상 확인한다는 답변이 상대적으로 높음



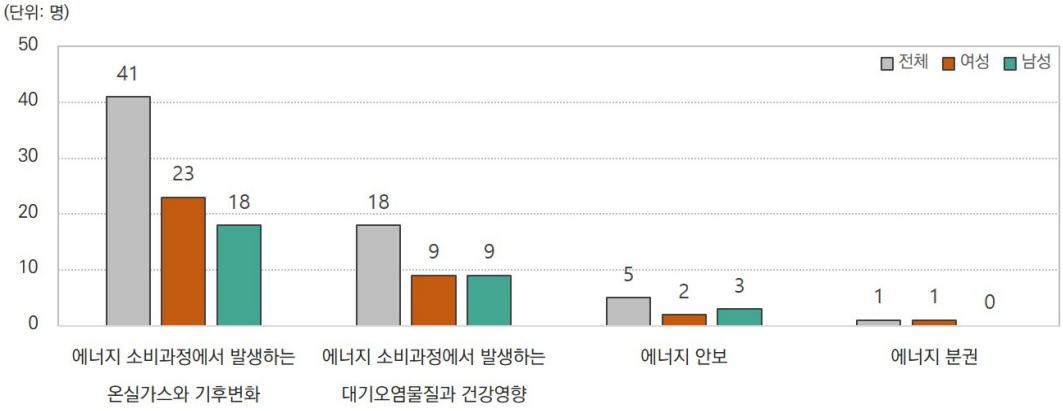
〈그림 5-16〉 에코마일리지 회원 여부 및 현황 확인 여부



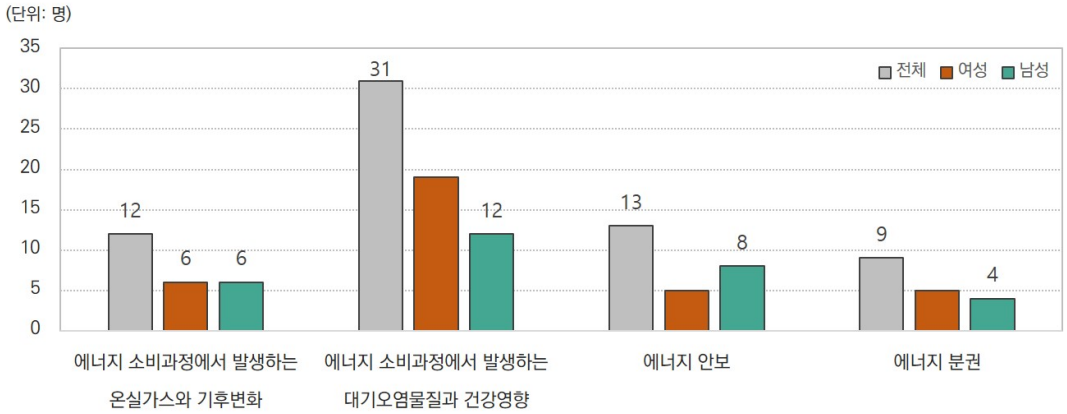
〈그림 5-17〉 연령대별 에코마일리지 회원 여부 및 현황 확인 여부

○ 서울시가 에너지 문제를 중요하게 다루고 관리 정책을 수립해야 하는 이유

- 서울시가 에너지 문제를 중요하게 다뤄야하는 이유 1순위는 '에너지 소비과정에서 발생하는 온실가스와 그로 인한 기후변화'라는 답변이 전 연령에서 다수로 나타남
- 10대의 경우, '에너지 안보'와 '에너지 분권'을 2순위로 선택한 점이 전체 연령대와 다른 점
- 30대의 경우에는 1순위로 '온실가스와 기후변화'를 선택하지 않은 참가자들이 2순위로 '대기오염물질과 건강영향'을 선택



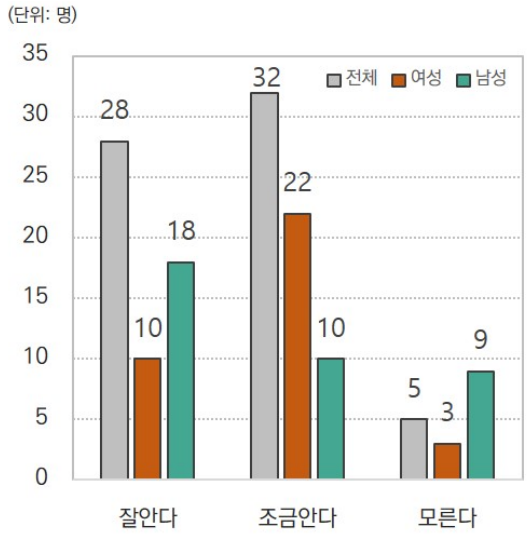
〈그림 5-18〉 서울시가 에너지 문제를 중시해야 하는 이유(1순위)



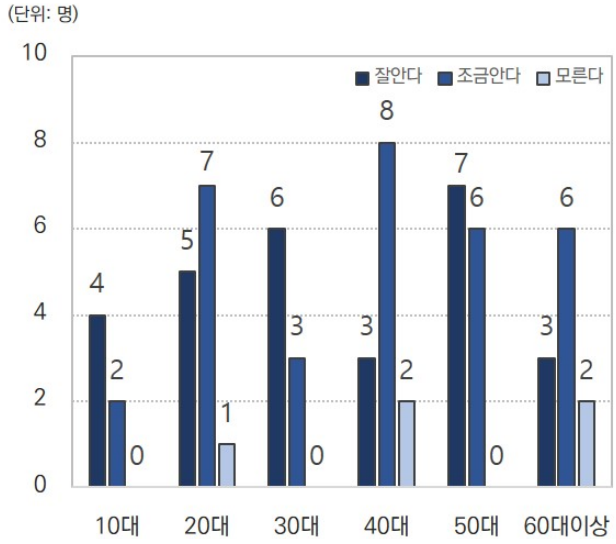
〈그림 5-19〉 서울시가 에너지 문제를 중시해야 하는 이유(2순위)

○ 온실가스 감축을 통한 지구 평균기온 상승을 1.5℃ 이내 억제에 대한 국제사회(파리협정, 기후변화도시협의체 C40) 합의 인지 여부

- 파리협정에서 합의한 지구 평균온도 1.5℃ 이내 억제에 대해 대체로 알고 있다는 답변이 절대적임
- 연령대별로 10대, 30대, 50대가 잘 알고 있다고 답변한 반면 20대, 40대, 60대는 조금 안다는 답변이 상대적으로 많음



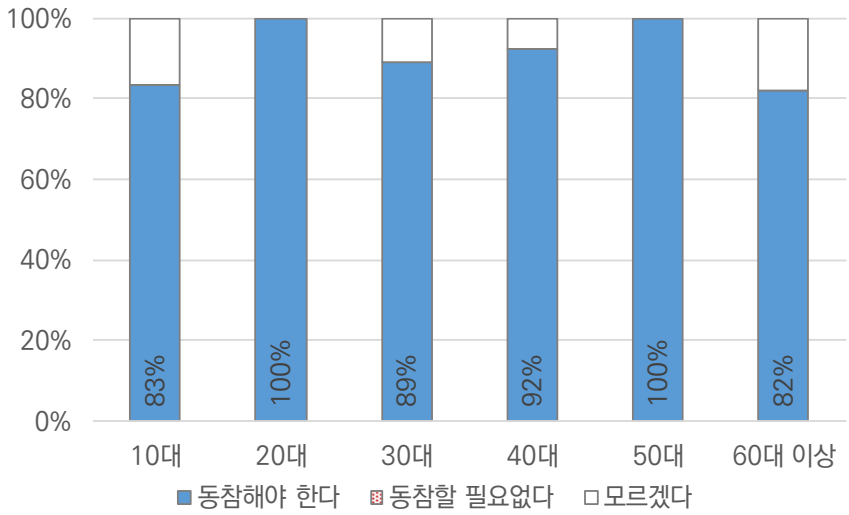
〈그림 5-20〉 국제사회 합의 인지 여부



〈그림 5-21〉 연령대별 국제사회 합의 인지 여부

○ 국제사회의 지구 평균기온 상승 1.5℃ 이내 억제 노력에 서울시 동참에 관한 의견

- 응답자의 92%가 파리협정과 같은 국제사회 노력에 서울시도 동참해야한다고 응답
- 연령대별로 20대와 50대에서는 절대적인데 반해 10대, 30대, 40대, 60대에서는 모르겠다는 답변도 있음

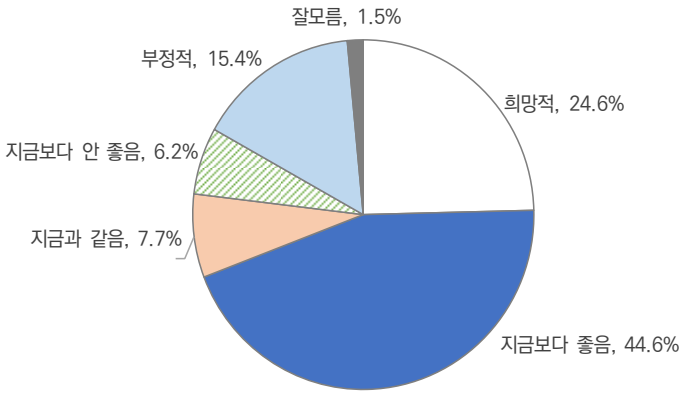


〈그림 5-22〉 지구 평균기온 상승 1.5℃ 이내 억제 노력에 서울시 동참에 관한 의견

□ 서울 에너지 미래상에 관한 의견 조사결과

○ 2040년 서울 에너지 미래에 관한 의견(주관식)

- 긍정적으로 보는 시각(희망적이다, 지금보다 좋을 것이다)이 69.2%로 대부분을 차지함. 지금과 같을 것이라는 예상이 7.7%인 반면 부정적으로 보는 시각(지금보다 안 좋을 것이다, 부정적이다)은 21.6%를 기록함



〈그림 5-23〉 워크숍 참가자의 2040년 서울 에너지 미래 전망

2) 서울에너지 시민워크숍 결과

(1) 개최 개요

□ **서울에너지 시민워크숍 개요 현황**

○ 서울에너지 시민워크숍은 총 3회에 걸쳐 진행되었으며 전문가 발제를 통해 각 회에 논의될 내용에 필요한 사전 지식을 전달한 후 조별 토론과 전체 토론을 거쳐 최종 의견을 결정함

〈표 5-4〉 서울에너지 시민워크숍 개요

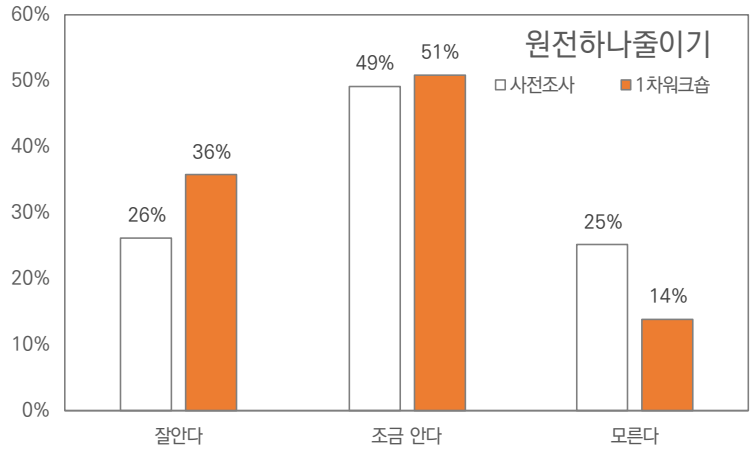
	1차	2차	3차
일 시	2019. 08. 24(토) 14시~18시	2019. 08. 31(토) 14시~18시	2019. 09. 28(토) 13시~18시
참석자	85인	71인	44인
전문가 발표	- 발제 1: 서울시 에너지 목표치 1.5℃의 의미 - 발제 2: 서울시 에너지 현황과 과제	- 발제: 시나리오 의미와 전략 소개 - 세부주제 발제 1: 생산 중심 시나리오 - 세부주제 발제 2: 효율 중심 시나리오 - 세부주제 발제 3: 절약 중심 시나리오	- 발제 1: 서울 에너지 정책의 목표와 전략 시나리오 결과 - 발제 2: 서울 에너지 핵심 정책 소개
논의 목적	- 워크숍 기간 동안 논의에 필요한 정보 제공 및 교육 - 시민기획단의 에너지에 대한 인식 현장조사 및 사전 인식조사와 결과 비교 - 서울시 에너지의 현주소와 시민이 그리는 미래의 모습을 예측	- 전략 시나리오별 비교 - 1차에서 그린 2040년의 서울 에너지 미래상에 부합하는 전략 시나리오 선택	- 시민 체감형 주요 정책 선정 - 시민이 직접 비전과 정책 제안 - 함께 2040년의 에너지 미래를 만들어나가기 위해 시민이 선언할 약속 내용 결정 및 주체별 요구하는 제언사항 작성
결정 사항	- 2040년 서울시 에너지 미래 모습	- 전략 시나리오	- 서울 시민이 뽑은 5대 핵심사업 - 시민이 제안하는 비전과 정책 - 시민의 약속과 제언 내용

(2) 제1차 시나리오 워크숍 주요 결과

□ **에너지에 대한 인식 현장조사(의제토론 전)**

○ '원전 하나 줄이기' 인지도

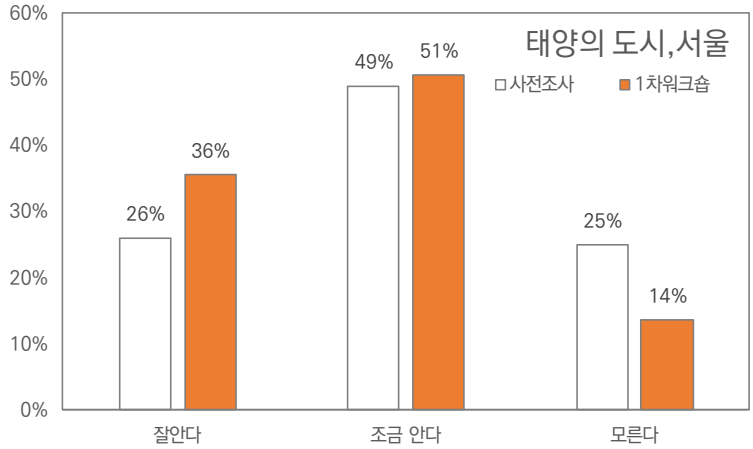
- '원전 하나 줄이기' 정책의 경우 사전조사보다는 상대적으로 알고 있다는 답변이 많음



〈그림 5-24〉 '원전 하나 줄이기' 정책 인지도 조사 결과

○ '태양의 도시, 서울' 인지도

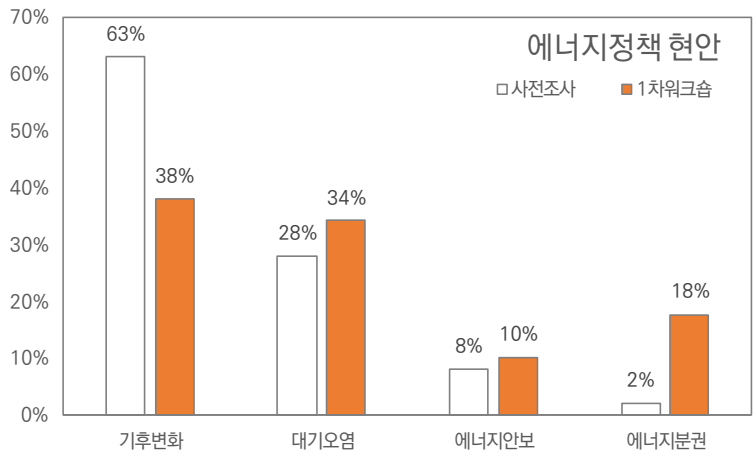
- '태양의 도시, 서울' 정책의 경우 사전조사보다는 상대적으로 모른다는 답변이 적었음



〈그림 5-25〉 '태양의 도시, 서울' 정책 인지도 조사 결과

○ 서울시가 에너지 문제를 중요하게 다루고 관리 정책을 수립해야 하는 이유에 관한 의견

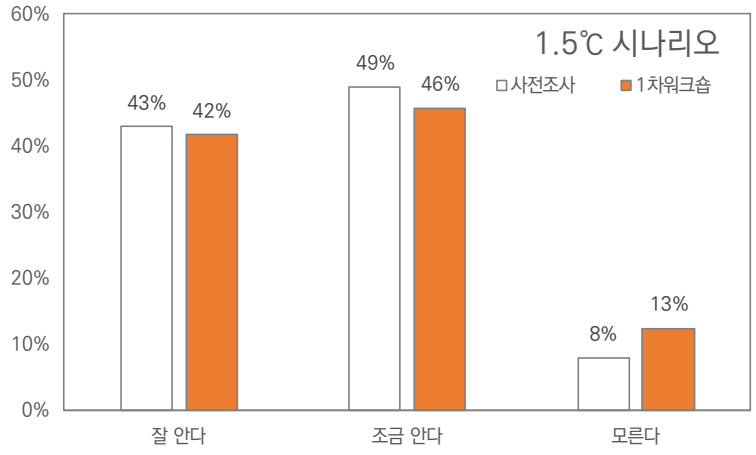
- 서울시 에너지 관리 정책의 우선순위는 사전조사와 큰 차이를 나타냄
- 에너지 소비과정에서 발생하는 온실가스와 그로 인한 기후변화로 응답한 비율은 사전조사(63%)결과에 비해 1차 워크숍 결과(38%) 크게 낮아짐
- 에너지 분권(에너지 수요와 공급에 대한 서울시 혹은 시민의 관리 권한 확대)는 2%에서 18%로 증가하였고, 에너지 소비과정에서 발생하는 대기오염물질(미세먼지 등)과 그로 인한 건강영향은 28%에서 34%로 증가함



〈그림 5-26〉 에너지 정책 현안 조사 결과

○ 온실가스 감축을 통한 지구 평균기온 상승을 1.5℃ 이내 억제에 대한 국제사회(파리협정, 기후변화도시협의체 C40) 합의 인지 여부

- 파리협정에서 정한 지구평균온도 상승폭 1.5℃ 이내 억제에 대해 사전조사와 유사하나, 모른다는 응답비율이 다소 높아짐



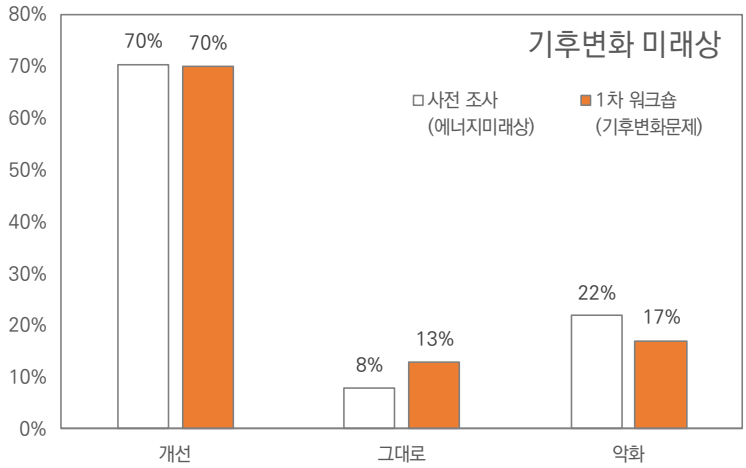
〈그림 5-27〉 국제사회의 평균 기온상승 1.5℃ 억제 합의 인식 조사 결과

□ 의제토론 후 에너지에 대한 인식 조사

○ 기후변화로 발생하는 문제에 대한 2040년의 미래상

- 응답자의 70% 개선될 것으로 전망

- 사전조사에 비해 악화될 것으로 전망하는 응답이 적음



〈그림 5-28〉 에너지 및 기후변화 미래상 인식 조사 결과

○ 2040년의 에너지 상황 예측에 대한 의견

- '친환경재생에너지 의존도가 높아질 것이다'라는 응답이 절대다수(93%)
- 그에 대한 근거는 관련 산업의 발전(30.6%), 시민 인식의 전환(51.4%), 행정의 전환(18.1%)

□ 2040년 서울 에너지 미래 모습에 대한 참가자 의견

○ 희망적이다(41.6%)와 지금보다 좋을 것이다(36.4%)의 응답이 가장 높았으며 이어서 지금과 같을 것이다(10.4%), 부정적이다(6.5%), 지금보다 안 좋을 것이다(5.2%) 순으로 응답

○ '희망적이다'를 선택한 참가자의 근거 의견

- 능동적이고, 적극적인 에너지 정책의 시행
  - 공공 아파트 건설 시, 의무적으로 정책 권장하여 안심
  - 에너지 및 온실가스에 대한 여러 정책의 시스템화
  - 법적 제재와 에너지 효율 등의 발전
  - 파리협정에 발맞추어 노후건물 보강 및 태양광 보급을 통해 세계적 차원으로 대응
- 시민과 기업의 자발적 참여 보편화, 달라진 시민의식
  - 에너지 자립마을 협동조합의 증가
  - 서울에너지 시민기획단의 일원으로 적극적 실천 활동
  - 기업과 시민들의 재생에너지 사용 증가
  - 태양광 발전 설치 목표 달성
  - 기후나 환경의 중요성을 인식하여 불편을 감수하고 재생에너지정책 수용
- 과학 발달과 관련 분야 연구 성과로 대체에너지 개발 활성화
  - 태양광 패널 연구가 활발해지고 효율이 높아져 설치 가구 증가
  - 폐기 패널에 대한 기업 책임제 마련
  - 기업은 재생에너지 개발, 에너지 정책 시민에 홍보, 재생에너지(태양광 에너지) 보편화

- 에너지 열효율이 상승하여 에너지 상황이 좋아짐

○ ‘지금보다 좋을 것이다’를 선택한 참가자의 근거 의견

- 급속도로 높아진 시민의식
  - 에너지 과소비 자각 후, 화석연료의 문제점 알고 사용 자제 및 개선점 모색
  - 에너지 토론회를 통한 실천방안 생활 속 시행
- 에너지교육에 많은 투자
  - 초등학교 조기 환경교육
  - 시민의 정보확보망 참여 확대
- 시민수용성 중시 정책
  - 산업용보다 시민 소비 에너지가 비중 높은 도시 특성에 따라 시민 수용성 중요
  - 가짜뉴스 및 잘못된 에너지 정보 안내 사이트
- 미세먼지 저감 환경정책 적극시행
  - 에너지 효율정책에 적극적이고 지속적인 정책 수립(독일의 태양광 중심도시 발전모델 고려)
- 신재생에너지(태양광에너지)보편화
  - 늘어나는 태양광, 연료전지와 인구의 감소로 에너지 소비량 감소
  - 환경문제 해결 기술 개발로 효율 향상 기대
  - 태양광 경량화로 인한 태양광 자동차 컨셉카 출시

○ ‘지금과 같을 것이다’를 선택한 참가자의 근거 의견

- 재생에너지 부지, 협동조합 등 공공기관의 에너지 거버넌스 비협조
- 한정적인 에너지 종류로 인해 에너지자립이 실제 가능할 지 의문
- 거꾸로 가는 에너지 정책
  - 현 정권과 다른 다음 정권의 반 환경정책 우려
  - SUV차량의 증가와 저조한 전기차 보급
  - 증가하는 1인당 에너지 사용 패턴 방치 등

○ ‘지금보다 안 좋을 것이다’를 선택한 참가자의 근거 의견

- 에너지 소비 급격한 증가
- 20년 후에도, 훼손 된 환경이 복구 되지 않음
- 정보를 알아도 바뀌지 않는 시민들의 의식

○ ‘부정적이다’를 선택한 참가자의 근거 의견

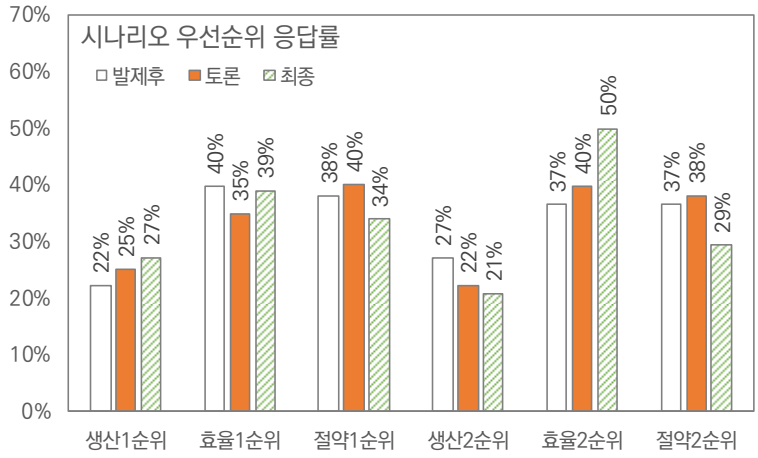
- 서울시 의지에 대한 불신
  - 홍보 부족
  - 태양광이나 원전 에너지에 대한 믿음이 가지 않는 기존 정권과 현 정권의 정책 변화
- 정책을 따라가지 못하는 시민의식

(3) 제2차 시나리오 워크숍 주요 결과

□ 전략 시나리오 우선순위 투표

○ 서울시 에너지 수요 목표 달성을 위한 전략 시나리오 우선순위 투표 (1순위, 2순위 각각 조사)

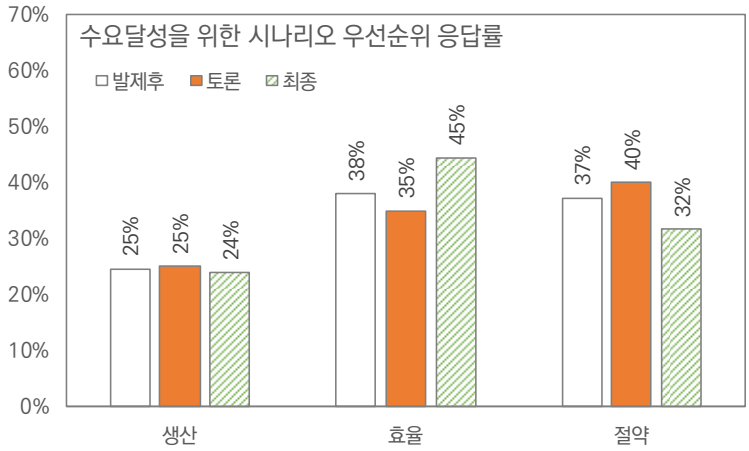
- 우선순위 조사는 발제 후 조사(1, 2순위), 토론 주장(입론), 토론 후 조사(1, 2순위)까지 총 5차례 진행
- 발제 내용을 듣고 난 후, 1차 조사를 하였고, 토론에서는 발제 내용을 중심으로 객관적 사실에 기반하여, 세부 시나리오의 중점 분야를 주장하고 토론에 임한 결과가 투표에 반영된 것으로 추정
- 절약 중심 시나리오에서 효율과 생산 중심 시나리오로 소폭 이동한 것으로 나타남



〈그림 5-29〉 시나리오 전략 투표 결과

○ 서울시 에너지 수요 목표 달성을 위한 전략 시나리오 우선순위 투표 (1/2순위 합산 통계)

- 최종투표 결과 효율 중심 시나리오(45%)가 가장 많은 지지를 받았으며, 절약 중심 시나리오(32%), 생산 중심 시나리오(25%) 순으로 득표
- 생산중심 시나리오 응답률은 단계별 변화 적음
- 발제 후 토론과정이 진행된 이후 절약 중심 시나리오는 감소하고 효율 중심 시나리오 선택은 증가



〈그림 5-30〉 시나리오 우선순위 응답률

□ **전략 시나리오 우선순위에 대한 참가자 입론 의견(최종투표 전)**

○ 토론 참가자 입론 의견은 절약 중심 시나리오(40%), 효율 중심 시나리오(35%), 생산 중심 시나리오(25%) 순으로 선택

○ ‘생산 중심 시나리오’를 선택한 참가자의 입론 의견

- 서울시 전력 자급자족률 제고
  - 고층빌딩 증가에 따른 에너지 수요 대응
  - 스마트 도시 및 도시 재생을 통해 생활 에너지 자급자족
- 1차에너지를 친환경 대체에너지로 전환
  - 온실가스 주범인 화석연료 발전 축소
  - 에너지 생산을 통한 경제 선순환구조 전환 모색
  - 효율과 절약 견인
  - 태양광 에너지 정책 적극 추진
- 공공기관부터 에너지 생산의 중요성 각성과 실행
  - 정부 에너지 현황 등 정보 공개
  - 공공기관과 도로 방음벽 등에 태양광 설치

○ ‘효율 중심 시나리오’를 선택한 참가자의 입론 의견

- 생활 에너지 소비 증가 대응
  - 가구형태 변화(1인 가구 증가)에 따른 에너지 소비 대처
  - 가전제품 에너지 효율 등급 강력 시행
- 에너지 절약형 건물 제도화
  - 건물(상업/주택) 탄소 배출 감소 실적에 따라, 인센티브 및 패널티 부과
  - 노후 건물 리모델링으로 에너지 효율 제고
  - 신축대비 40% 정도 절감토록 목표 설정
- 기업 친환경 인증 제도를 자율에서 규제로 전환
  - 가전제품 및 자동차, 건물 등 에너지효율등급 상향(1등급)

○ ‘절약 중심 시나리오’를 선택한 참가자의 입론 의견

- 시민 개인과 가정에서부터 동참 확대
  - 물/전기 줄이기, 어릴 적부터 습관화
  - 에코마일리지, 텀블러 사용
- 에너지 사용을 줄이는 교통수단 이용 실천
  - 녹색교통진흥구역 단속 제도화
  - 자전거 이용, 자동차 운행 자제, 차 없는 거리
- 원전하나줄이기 등 생산 측면은 장기적으로 접근

- 기술의 발전도 사람의 실천이 없으면 무용지물(에너지 자립마을 등)
- 에너지 생산과 효율성 강화가 오히려 소비 확대 조장 우려

- 기관의 에너지 절약 실천
  - 사무실 적정온도 준수, 민간 기관 확대 의무화
  - 대규모 사업장 종사자 의식 전환

(4) 제3차 시나리오 워크숍 주요 결과

□ 선호도 투표를 통해 18개 주요 사업에 대해 우선순위 제시

○ 상위 4개 사업

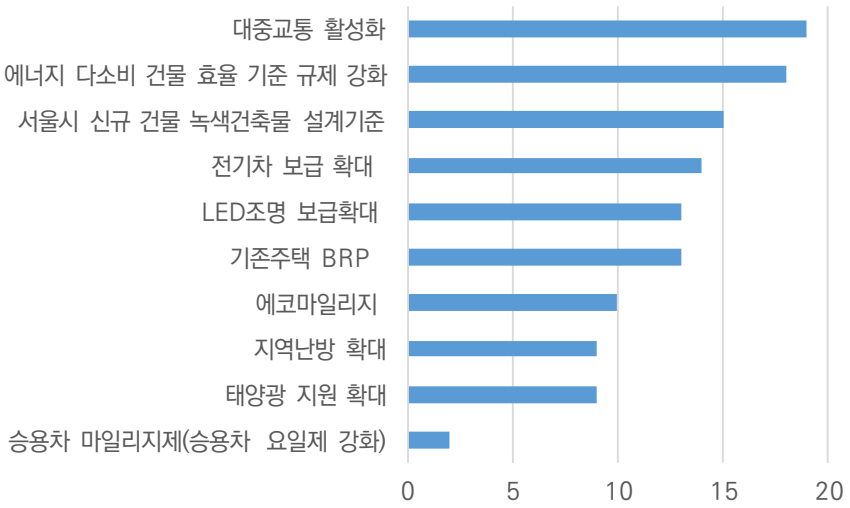
- 대중교통 활성화(15.6%)
- 에너지 다소비 건물 효율 기준 규제 강화(14.8%)
- 서울시 신규건물 녹색건축물 설계기준 강화(12.3%)
- 전기차 보급 확대(11.5%)

○ 주요 사업

- 기존주택 BRP, LED조명 보급 확대(각각 10.7%), 에코마일리지(8.2%)
- 태양광 지원 확대, 지역난방 확대(각각 7.4%)
- 승용차 마일리지 제도 및 요일제 강화(1.6%)

○ 기타 사업

- 친환경 고효율 보일러, 혼잡통행료 도입, 자전거 이용 확대, 연료전지 확대(대규모), 태양광 시민펀드, 연료전지 확대(건물형), 시민햇빛발전 협동조합 지원 강화



〈그림 5-31〉 시민이 뽑은 핵심 에너지사업 투표 결과

〈그림 5-32〉 서울 에너지 시민 워크숍 현장

다. 서울시 에너지계획의 비전과 목표 설정

1) 시민워크숍을 통한 목표설정의 의의

□ 국내외 동향을 고려하여 국제적인 친환경 도시로서의 위상을 견지하기 위한 시민의 의지 반영

○ 국제사회의 1.5℃ 목표달성에 기여하는 에너지 수요 경로 채택

○ '나쁜 에너지'는 줄이고 '좋은 에너지' 공급은 확대

- 기후변화와 대기오염을 고려하여 화석연료 감축
- 재생가능에너지 공급확대와 에너지 효율개선 강화

□ 서울에너지 시민워크숍 시민 의견 반영

○ 1.5℃ 목표 지지의견을 반영하여 최종에너지 소비 목표 설정

- 워크숍 사전 조사에서 국제사회가 온실가스 감축을 통해 지구 평균 기온 상승을 1.5℃ 이내 억제에 합의하였는데 서울시가 이러한 노력에 동참해야 하는가의 질문에 92%의 응답자가 동참해야 한다고 응답

○ 비전 키워드 반영

- 시민워크숍을 통해 도출된 키워드를 중심으로 전문가 등의 의견 수렴을 통해 비전 설정

○ 효율 중심 시나리오에 따라 에너지 목표 수요 설정

- 효율 중심 시나리오에서 설정했던 신재생에너지 이용률 40% 등을 반영

○ 세부 사업 목록 구성시 사업 투표 결과 고려

- '서울 시민이 뽑은 핵심사업' 투표 결과를 일부 반영하여 ① 대중교통 활성화, ② 에너지 다소비 건물 효율 기준 규제 강화, ③ 신규 녹색건축물 설계기준 등을 주요 사업으로 사업목록 구성

□ 에너지 민주주의 실현을 위한 시민워크숍 활성화

○ 서울시 에너지 계획 최초로 공론화 과정을 도입

○ 균형적인 참여를 위해 시민기획단 구성 시 성별, 연령, 지역을 고려하여 안배함

○ 지속적 추진 위해 향후 위와 같은 시민워크숍의 정기적 개최가 필요함

○ 향후 개최 시에는 시민 및 전문가 참여에 특정 성별이 10분의 6을 초과하지 않는 등 성별균형참여가 가능하도록 지침 마련

2) 비전과 주요 목표

□ 비전 키워드

○ 지속가능한 도시: 지속가능, 스마트 도시, 친환경 도시, 안전 도시, 건강과 활력 도시, 먹거리

생산 도시(도시농업)

- ㅇ 쾌적한 도시 환경: 숲, 파란 하늘, 깨끗한 공기, 걷고 싶은 도시, 조용한 도시
- ㅇ 그린에너지: 에너지자립, 자연에너지, 제로에너지, 수소에너지, 핵융합에너지
- ㅇ 자원순환: 1회용품 없는 도시, 자원 재활용 도시
- ㅇ 교통: 친환경교통(전기차, 수소차, 자전거), 대중교통

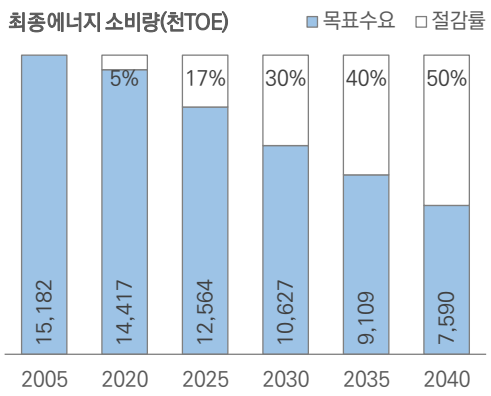
□ 비전과 목표 체계

〈그림 5-33〉 비전과 목표 체계

□ 주요 목표

○ 에너지 소비량 절감

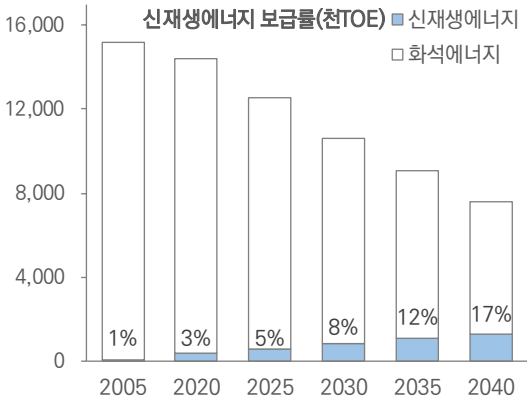
- 2040년까지 50% 절감(2005년 소비량 기준)
- 2030년까지 30% 절감
- 2025년까지 17% 절감



〈그림 5-34〉 에너지 소비량 절감 목표

○ 신재생에너지 보급률[41)]

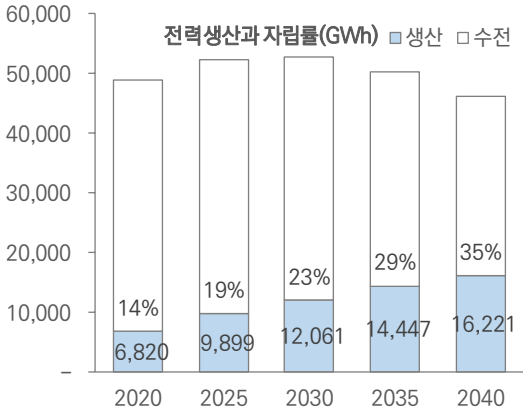
- 2040년까지 최종에너지 소비량의 17% 생산
- 2030년까지 최종에너지 소비량의 8% 생산
- 2025년까지 최종에너지 소비량의 5% 생산



〈그림 5-35〉 신재생 에너지 보급률 목표

○ 전력자립률

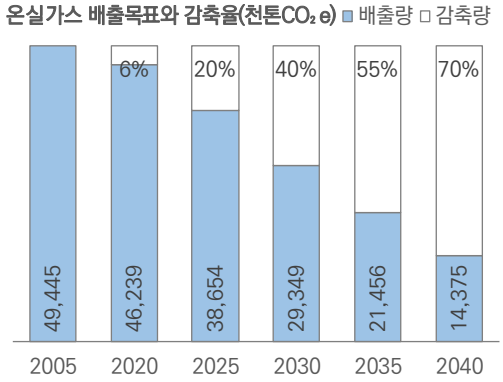
- 2040년까지 전력소비량 대비 35% 생산
- 2030년까지 전력소비량 대비 23% 생산
- 2025년까지 전력소비량 대비 19% 생산



〈그림 5-36〉 전력자립률 목표

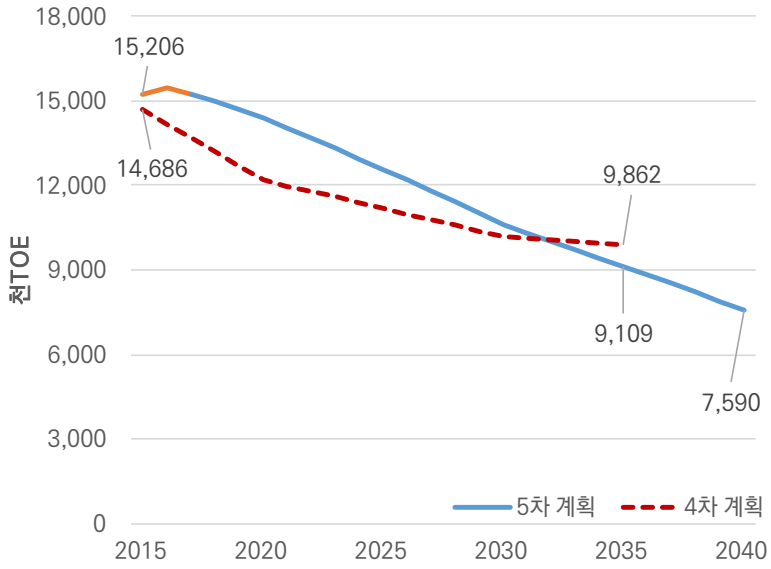
○ 온실가스 배출량 감축

- 2040년까지 70% 감축(2005년 배출량 기준)
- 2030년까지 40% 감축
- 2025년까지 20% 감축
- 국제사회는 2050년까지 net zero 달성 목표 합의

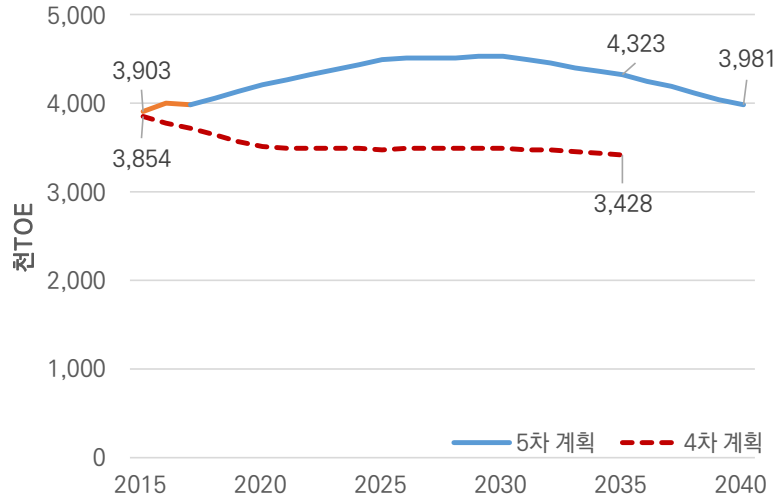


〈그림 5-37〉 온실가스 배출량 감축 목표

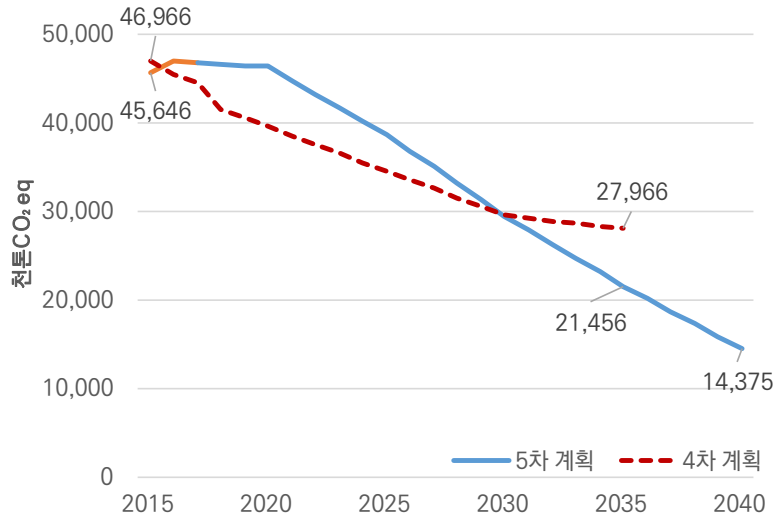
41) 신재생에너지 보급률은 최종에너지 소비량 대비 서울시 내에서 생산된 신재생에너지 생산량을 의미함



〈그림 5-38〉 4차와 5차 계획 총 에너지소비 목표 비교



〈그림 5-39〉 4차와 5차 계획 총 전력소비 목표 비교



〈그림 5-40〉 4차와 5차 계획 온실가스 배출량 목표 비교

제 6 장
에너지 수요관리 계획

가. 에너지 수요관리 목표
나. 건물부문 에너지 수요관리 계획
다. 수요반응자원 확대
라. 시민참여 에너지 절약
마. 수송부문 에너지 수요관리 및 에너지 전환
바. 에너지 수요관리 지표 요약

06 에너지 수요관리 계획

가. 에너지 수요관리 목표

1) 최종에너지 수요 목표

□ **서울시 최종에너지 소비는 목표는 2005년 대비 50% 감축된 7,590천TOE로 설정함**

○ 지구 평균온도 1.5℃ 상승 억제를 위한 온실가스 감축 목표에 따른 것임[42)]

- 서울시 온실가스 70% 감축을 하기 위한 화석연료와 전기(그리드) 사용량을 구하고(약 6,300천TOE), 여기에 신재생에너지 생산량(1,290천TOE)을 더해 최종에너지 목표 사용량 정함
- 이는 수요전망 15,236천TOE에 비해 7,646천TOE 감소한 수요량임

○ BAU 대비 전력은 25%(1,330천TOE), 전력 외 연료는 64%(6,316천TOE) 감소함

- 수송 및 냉난방 부문에서 전력 수요 증가할 것으로 전망되어 전력 목표 수요는 화석 연료에 비해 절감률이 작음

〈표 6-1〉 에너지 수요관리 총괄표

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)			목표수요			BAU 대비 절감량(절감률)			2005년 대비 절감량(절감률)		
	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외	합계	전력	전력외
2005	15,182	3,485	11,697	15,182	3,485	11,697	-	-	-	-	-	-
2020	15,289	4,278	11,012	14,417	4,210	10,206	872 (6%)	67 (2%)	805 (7%)	765 (5%)	-725 (-21%)	1,491 (13%)
2025	15,483	4,563	10,921	12,564	4,503	8,061	2,919 (19%)	60 (1%)	2,859 (26%)	2,618 (17%)	-1,018 (-29%)	3,636 (31%)
2030	15,563	4,897	10,666	10,627	4,537	6,089	4,936 (32%)	360 (7%)	4,576 (43%)	4,555 (30%)	-1,052 (-30%)	5,608 (48%)
2035	15,468	5,133	10,335	9,109	4,323	4,786	6,359 (41%)	810 (16%)	5,549 (54%)	6,073 (40%)	-838 (-24%)	6,911 (59%)
2040	15,236	5,311	9,925	7,590	3,981	3,609	7,646 (50%)	1,330 (25%)	6,316 (64%)	7,592 (50%)	-496 (-14%)	8,088 (69%)

주: 절감량에서 음수(-)는 증가를 의미, 2005년 자료는 실측치

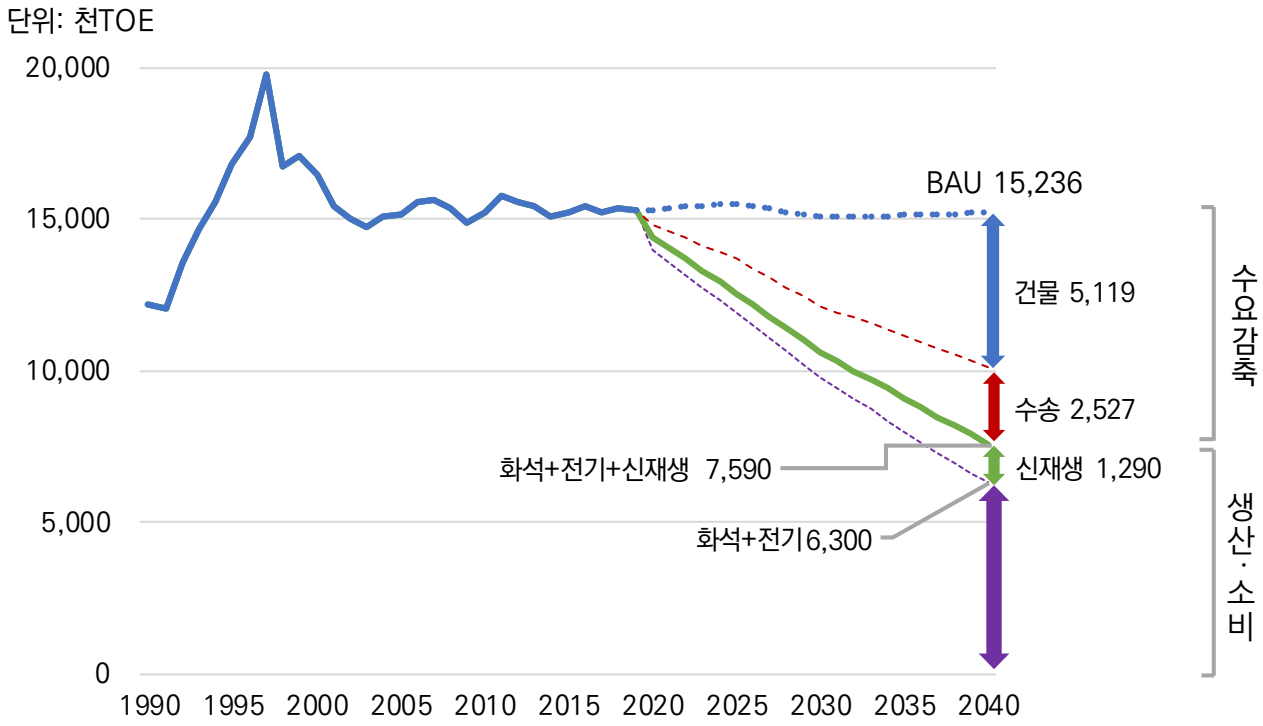
42) 3차 에너지기본계획 전력부문 재생에너지 비중 35% 가정하여 온실가스 계수 산정함

2) 목표 에너지 사용량 달성 방안

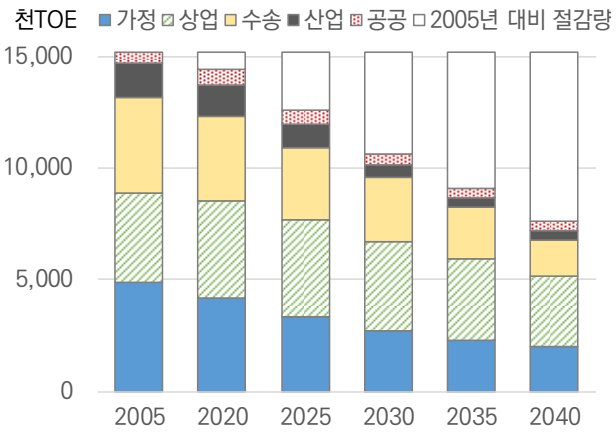
□ 부문별 에너지 효율화와 신재생에너지 확대

○ 건물에너지 효율화를 통해 5,119천TOE, 수송부문 효율 개선을 통해서 2,527천TOE 절감

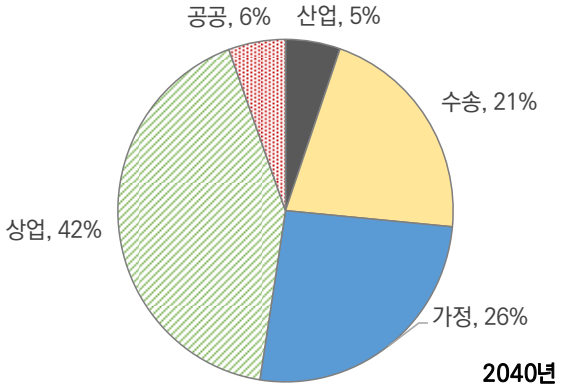
○ 신재생에너지는 1,290천TOE 생산하는 것을 목표로 함



〈그림 6-1〉 최종에너지 기준 전망과 목표 수요



〈그림 6-2〉 에너지 수요관리 부문별 목표



〈그림 6-3〉 2040년 에너지 수요관리 목표 부문별 비중

〈표 6-2〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 제외)

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)						목표수요					
	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계
2005	1,520	4,292	4,885	3,887	503	15,087	1,520	4,292	4,885	3,887	503	15,087
2020	1,452	4,177	4,215	4,409	730	14,984	1,366	3,721	4,055	4,169	675	13,986
2025	1,324	4,129	3,908	5,037	732	15,132	1,012	3,136	3,150	4,062	592	11,951
2030	1,258	3,930	3,620	5,552	810	15,169	490	2,810	2,423	3,602	452	9,777
2035	1,255	3,725	3,344	5,843	870	15,037	358	2,254	1,944	3,080	380	8,016
2040	1,324	3,505	3,121	5,957	865	14,773	371	1,544	1,571	2,482	333	6,300

주: 2005년 소비량은 지역에너지통계연보 데이터를 바탕으로 신·재생에너지를 제외해 계산한 값임

〈표 6-3〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 포함)

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)						목표수요					
	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계
2005	1,527	4,292	8,777		587	15,182	1,527	4,292	8,777		587	15,182
2020	1,461	4,220	4,311	4,546	751	15,289	1,378	3,779	4,191	4,364	705	14,417
2025	1,334	4,172	4,015	5,206	756	15,483	1,029	3,196	3,332	4,371	635	12,564
2030	1,268	3,959	3,742	5,757	837	15,563	512	2,873	2,686	4,045	510	10,627
2035	1,265	3,751	3,476	6,076	900	15,468	385	2,322	2,278	3,669	455	9,109
2040	1,335	3,530	3,264	6,213	895	15,236	400	1,612	1,968	3,193	417	7,590

나. 건물부문 에너지 수요관리 계획

1) 건물부문 수요관리 전략

□ 시 주도의 공공건물 BRP로 시장과 기술 확산

○ 현재 서울시는 시 소유 건물에 대한 에너지 진단 기준 시행해오고 있음

- 정부는 「공공기관 에너지 이용합리화 추진에 관한 규정」에 따라 공공건물 에너지 진단 제도를 운영 중임[43)]
- 이 규정에 따라 건축 연면적 3,000㎡ 이상 공공건축물에 대해 5년마다 에너지 진단을 수행하며, 진단 결과 에너지 절감효과가 5% 이상이고 투자비 회수기간이 10년(창호, 단열 15년) 이하인 개선안은 2년 이내에 실행하도록 하고 있음
- 또한, 서울시는 시 소유 공공건축물에 대한 에너지 진단 조례 및 기준을 마련하여 운영[44)]하고 있으며, 2017년까지 서울시 공공건물 49개소에 대한 에너지 진단을 수행한 바 있음

〈표 6-4〉 서울시 공공건물 에너지진단 의무 대상 건물

(단위: 개소)

구분	계	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
계	100	4	28	20	18	30
시 소속	49	4	18	11	4	12
자치구 소속	51	-	10	9	14	18

자료: 서울시 기후환경본부 녹색에너지과 내부자료, 2019

○ 많은 나라에서 공공건물을 대상으로 에너지효율화사업을 우선하여 시행 중

- 유럽은 에너지효율지침(Energy Efficiency Directive)을 제정하여 매년 중앙정부 건물 중 3%(바닥면적 기준)의 에너지효율을 개선하도록 의무화함[45)]
- 미국은 모든 공공건축물의 신규 및 개보수 건설 사업에 친환경건물인증(LEED, Leadership in Energy and Environmental Design) 실버 등급 이상 인증 획득을 의무화하고 있음

○ 공공건물의 건물에너지효율화사업(BRP) 확대를 통해 건물에너지효율 시장 확대와 기술개발을 촉진할 수 있도록 함

- 공공건물 BRP를 통해 민간건물로 시장을 확대할 수 있는 마중물 역할 기대

43) 에너지이용합리화법 제8조 및 같은 법 시행령 제15조에 따라 산업통상자원부에서 고시하도록 하고 있음
44) 「서울특별시 에너지 조례」 에너지진단 세부기준 등 운용 근거 마련(2015.10), 「서울시 소속 공공건물 에너지진단기준」 마련(2016.12), 시 소속 공공건물 에너지 진단 기준 시행(2017.1~).
45) IPEEC(International Partnership for Energy Efficiency Cooperation), 2017, *Existing building energy efficiency renovation*.

- 특히, 건물에너지효율화는 산업연관 효과가 커서 고용 창출에도 크게 이바지할 것으로 예상

□ 건물 유형, 소비 형태 등을 고려한 맞춤형 에너지효율화사업 추진

○ 건물에너지효율화사업에는 여러 가지 경제적·비경제적 장애 요인이 있어 시장 확대에 어려움 있음

- 낮은 에너지 요금, 에너지 절감효과에 대한 불확실성, 사업 절차의 복잡성, 긴 공사 기간, 초기투자비용, 시설의 편의성, 집주인과 세입자 간 에너지 절약시설에 관한 인센티브 차이(split incentives), 이사·재개발 등으로 말미암은 불확실성 등 다양한 장애 요인 존재

○ 서울시 BRP 융자는 초기투자비용 부담을 줄임으로써 건물에너지효율화 사업에 크게 기여했지만, 건물부문의 다양한 효율화 장애 요인을 극복하는 데에는 한계 있음

- 실제로 건물 BRP 융자금 수요 감소로 인해 서울시 BRP 융자금 규모가 2019년 150억 원에서 100억 원으로 축소됨

○ 이에 따라, 건물의 용도와, 유형, 에너지 소비 형태 파악과 그에 맞는 정책 필요

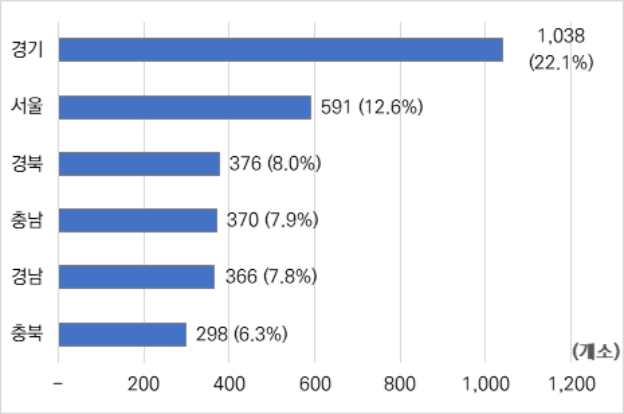
- 주거, 상업, 산업 등 건물의 용도, 아파트, 단독주택, 다세대 주택 등 주택 유형, 건물 연한, 건물 소유 형태 등 건물유형과 에너지 소비 형태를 구체적으로 파악하고, 그에 맞는 지원과 규제 정책을 마련하는 것이 필요함

□ 건물에너지다소비 건물 관리 강화

○ 서울시 에너지다소비사업장 수는 591개로 전국 에너지다소비사업장 수의 12.6%를 차지함

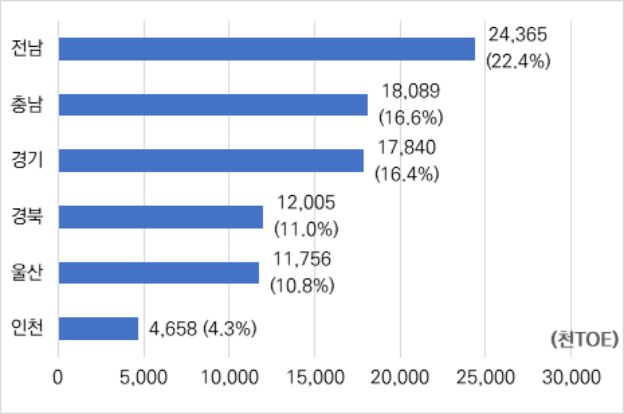
- 서울시에는 전국 총 에너지다소비사업장 4,694개의 12.6%인 591개가 집중되어있으며, 이는 경기도의 1,038개(22.1%)에 이어 두 번째로 많은 수임

- 지역별 에너지다소비사업장의 에너지 사용현황을 보면 산업부문 사업장이 많은 전남, 충남, 경기도의 에너지다소비사업장이 소비량이 전체 소비량의 절반 이상을 차지함



자료: 한국에너지공단, 2019, 2018년 에너지사용량통계

〈그림 6-4〉 지역별 에너지다소비사업장 수(2018)



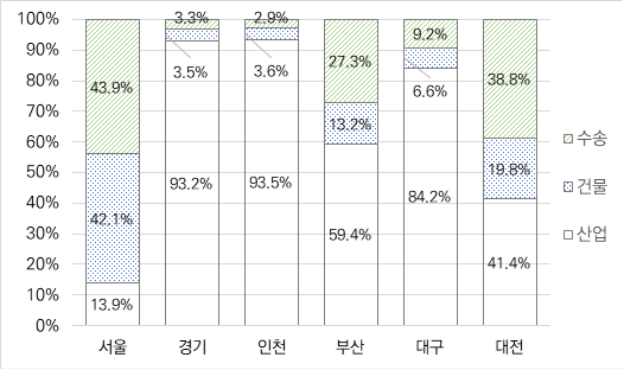
자료: 한국에너지공단, 2019, 2018년 에너지사용량통계

〈그림 6-5〉 지역별 에너지다소비사업장 에너지 사용량(2018)

○ 서울시는 수송과 건물부문 사업장이 서울시 에너지다소비사업장 최종에너지소비의 43.9%, 42.1%를 각각 차지하고 있음

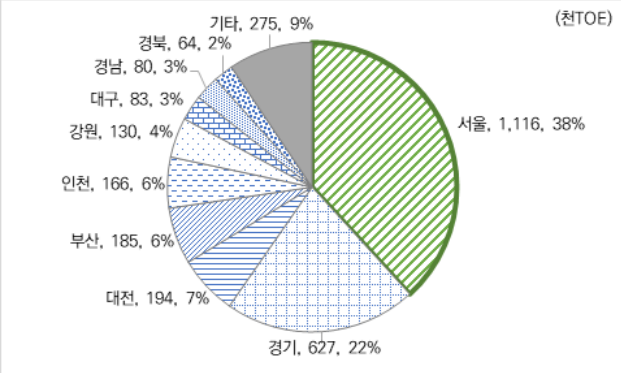
- 전국 에너지다소비건물 에너지사용량 중 서울지역 에너지다소비건물의 에너지 사용량은 1,116천 TOE로 전국 소비량의 38%를 차지함

- 서울시 에너지다소비건물의 최종에너지 소비량은 건물 부문(가정, 상업, 공공) 에너지 소비량의 12%, 전체 소비량의 7.4%에 달할 정도로 큰 비중을 차지하고 있음[46)]



자료: 한국에너지공단, 2019, 2018년 에너지사용량통계

〈그림 6-6〉 지역별 에너지다소비사업장 용도별 비중



자료: 한국에너지공단, 2019, 2018년 에너지사용량통계

〈그림 6-7〉 지역별 에너지다소비건물 에너지 소비량 비율

- 서울시 에너지다소비건물은 2018년 기준 471개소이며 1차에너지 사용량은 2,576천TOE임

〈표 6-5〉 서울시 에너지다소비건물 현황

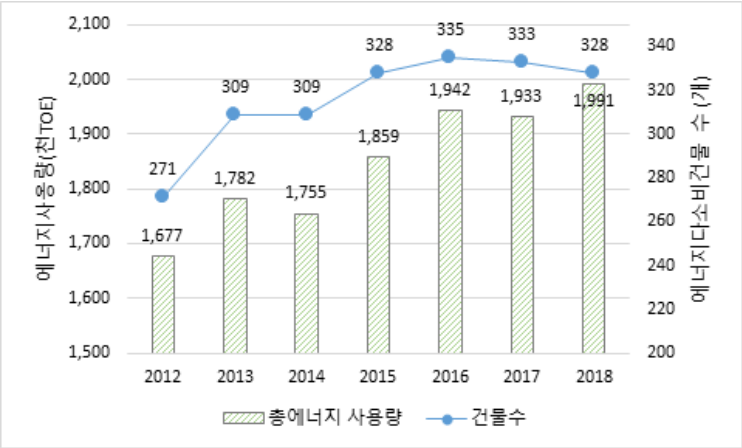
(단위: 개소, TOE)

	계	건물	산업	수송	발전
에너지다소비사업장	591	471	31	88	1
에너지사용량	4,711,664 (100%)	2,575,720 (54.7%)	805,633 (17.1%)	1,311,681 (27.8%)	18,630 (0.4%)
연료사용량	2,196,631 (100%)	580,340 (26.4%)	525,344 (23.9%)	1,075,404 (49.0%)	15,543 (0.7%)
전력사용량	2,515,033 (100%)	1,995,379 (79.4%)	280,289 (11.1%)	236,277 (9.4%)	3,088 (0.1%)
사업장 평균 사용량	7,972.4	5,469	25,988	14,905	18,631

자료: 서울시 보도자료, 2019.10.29., “2018년 대형 건물 에너지 소비 순위 공개”.

- 서울지역 공동주택 제외 에너지다소비건물은 2012년 271개소에서 2018년 328개소로 증가하였으며, 이들 건물의 에너지사용량도 2012년 1,677천TOE에서 2018년 1,991천TOE로 약 18.7% 증가함

46) 에너지다소비사업장 자료는 2018년 기준이나 서울시 건물에너지 소비량은 2017년 자료로 실제 값과 다소 차이가 있을 수 있음



자료: 서울시 보도자료, 2019.10.29., 2018.08.06.

〈그림 6-8〉 서울시 건물에너지다소비건물 개수 및 에너지사용량 추이

○ 에너지다소비건물에 대한 에너지 관리강화 및 서울시 권한 확대 필요

- 에너다소비건물에 대한 에너지 관리는 「에너지이용합리화법」에 근거하여 '에너지 사용량 신고제도(법 제31조)'와 '에너지 진단 의무화제도(법 제32조)'에 따라 이루어지고 있음
- 현재, "10% 이상의 에너지효율 개선이 기대되고 투자비가 1년 이내에 회수가 예상되는 경우"에 대해 개선명령을 하도록 하고 있으나, 개선 명령의 기준이 약하여 실효성 떨어짐
- 또한, 에너지다소비건물의 범위도 현재 2천TOE 이상 사업장으로 규정되어 있어 중소규모 건물의 에너지 관리는 제대로 이루어지고 있지 못하고 있는 상황
- 더구나 위와 같은 에너지 진단 업무가 현재 중앙정부(한국에너지공단)의 업무로 되어있어 서울시의 정책 실행에 한계가 있음

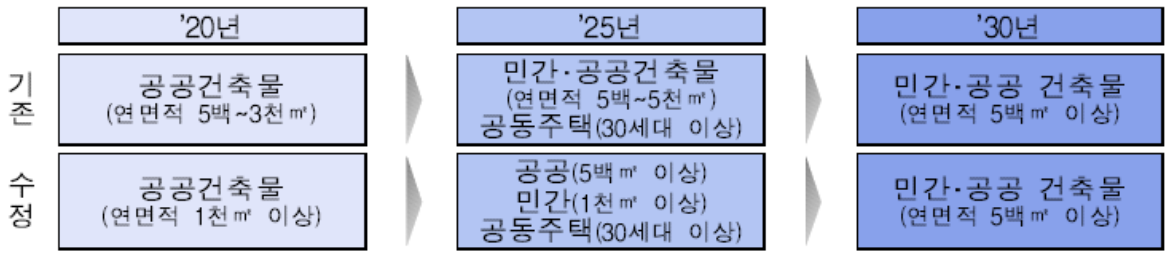
□ **신규건물 제로에너지의무화 도입 강화 및 관리 방안 마련**

○ 정부는 2020년 1천m^2 이상 공공건축물을 시작으로 2030년까지 단계적으로 제로에너지건물 의무화하는 수정 로드맵 발표[47)]

- 이는 기존 로드맵보다 2020년, 2025년 의무대상 건물 기준을 완화한 계획임

○ 서울시는 2023년 신규건물 제로에너지 의무화 목표 설정함.[48)] 향후 신규건물 제로에너지건물 의무화를 위한 기준과 관리 체계 마련이 필요함

47) 국토교통부, 2019.06.20., "제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다.".
48) http://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/62062(서울시 녹색건축물 조성)



〈그림 6-9〉 정부 제로에너지건축물 의무화 세부 로드맵 수정

□ 도시재생사업과 건물에너지효율화 사업 연계 강화

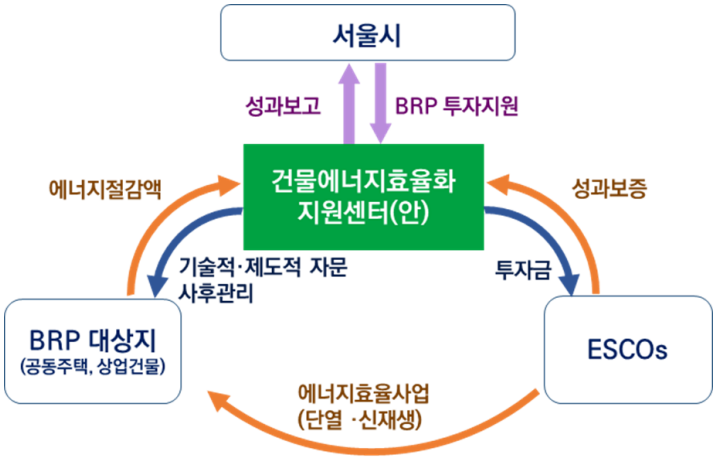
○ retrofit보다 renovation 방식으로의 사업 전환과 주택 리모델링 사업과의 연계방안 필요

- 개별적인 시설 교체를 중심으로 하는 retrofit 방식 사업보다 건물의 편의성, 내구성, 에너지 효율성을 종합적으로 고려하는 renovation 방식의 사업으로 건물에너지효율화 사업이 전환될 필요 있음
- 이런 측면에서 서울시 도시재생사업 등과 같은 주택 리모델링 사업에 에너지효율시설 설치할 수 있는 연계방안 필요함

□ 건물에너지효율화사업 실행기관 설립

○ 건물효율 중간조직(retrofit intermediaries)을 통한 효율화 사업 지원

- 에너지효율화 사업에 대한 정보와 사업 수행을 일괄적으로 지원해줄 수 있는 '건물효율 중간조직'을 거쳐 시민이 손쉽게 사업 진행에 지원을 받을 수 있도록 하는 것이 필요



〈그림 6-10〉 건물에너지 효율 개선을 위한 공공 중간조직 운영(안)

2) 신규건물 에너지 성능 제도 강화

□ 정부의 「건축물의 에너지절약설계기준」

○ 정부는 「녹색건축물 조성 지원법」에 따른 「건축물의 에너지절약설계기준」에 의하여 신규 건축물에 대한 에너지 효율 관리를 하고 있음

- 「건축물의 에너지절약설계기준」은 열손실 방지 조치 대상 및 기준, 건축 · 기계 · 전기 · 신재생 부문별 의무사항 및 권장사항, 그리고 에너지소비총량제 적용 대상 및 제한기준을 정하고 있음
- 건축물 설계단계에서 에너지 저감 기술을 적용하도록 유도하기 위해 일정 규모 이상의 건축물에 대한 허가 및 신고 행위시 에너지절약계획서를 제출토록 하고 있음
  - 에너지절약계획서 제출대상: 연면적 합계 500㎡ 이상 건축물
  - 에너지소요량 평가서 제출대상: 연면적 합계 3,000㎡ 이상인 업무시설 및 교육연구시설, 연면적 합계 500㎡ 이상인 공공기관 건축물

○ 대상 건축물은 에너지절약계획서의 의무 사항을 채택하여야 하며 에너지성능지표(EPI, Energy Performance Index) 평점합계 65점 이상(공공은 74점 이상)이 되도록 설계해야 함

□ 「건축물의 에너지절약설계기준」 강화에 따른 에너지 절감효과

○ 「건축물의 에너지절약설계기준」의 지역별 열관류율 기준은 지속적으로 강화되어 옴

- 2018년 개정된 「건축물의 에너지절약설계기준」의 지역별 건축물 부위의 열관류율 기준 강화됨

〈표 6-6〉 지역별 건축물 부위의 열관류율 (건축물의 에너지절약설계기준, 2017년 이전)

(단위: W/㎡ · K)

건축물의 부위 \ 지역			중부지역	남부지역	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.260 이하	0.360 이하
		공동주택 외	0.260 이하	0.320 이하	0.430 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.300 이하	0.370 이하	0.520 이하
		공동주택 외	0.360 이하	0.450 이하	0.620 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		0.150 이하	0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우		0.220 이하	0.260 이하	0.350 이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.180 이하	0.220 이하	0.290 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.220 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.260 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.300 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥			0.810 이하	0.810 이하	0.810 이하
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	1.200 이하	1.400 이하	2.000 이하
		공동주택 외	1.500 이하	1.800 이하	2.400 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	1.600 이하	1.800 이하	2.500 이하
		공동주택 외	1.900 이하	2.200 이하	3.000 이하
공동주택 세대현관문	외기에 직접 면하는 경우		1.400 이하	1.600 이하	2.200 이하
	외기에 간접 면하는 경우		1.800 이하	2.000 이하	2.800 이하

〈표 6-7〉 지역별 건축물 부위의 열관류율 (건축물의 에너지절약설계기준, 2017년 개정안)

(단위: W/㎡ · K)

건축물의 부위 \ 지역				중부1지역[49]	중부2지역[50]	남부지역	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택		0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외		0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택		0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외		0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우			0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하
	외기에 간접 면하는 경우			0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우		0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		바닥난방이 아닌 경우		0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우		0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥난방이 아닌 경우		0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥				0.810 이하			
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택		0.900 이하	1.000 이하	1.200 이하	1.600 이하
		공동주택 외	창	1.300 이하	1.500 이하	1.800 이하	2.200 이하
			문	1.500 이하			
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택		1.300 이하	1.500 이하	1.700 이하	2.000 이하
		공동주택 외	창	1.600 이하	1.900 이하	2.200 이하	2.800 이하
			문	1.900 이하			
공동주택 세대현관문 및 방화문	외기에 직접 면하는 경우 및 거실 내 방화문			1.400 이하			
	외기에 간접 면하는 경우			1.800 이하			

49) 중부1지역: 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척 제외), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주), 충청북도(제천), 경상북도(봉화, 청송)

50) 중부2지역: 서울특별시, 대전광역시, 세종특별자치시, 인천광역시, 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주 제외), 충청북도(제천 제외), 충청남도, 경상북도(봉화, 청송, 울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산 제외), 전라북도, 경상남도(거창, 함양)

□ 서울시 신규건물 녹색건축물 추진

○ 서울시는 녹색건축물 설계기준을 통해 신규건물의 에너지 효율 향상을 추진하고 있으며 설계기준에는 녹색건축물의 평가기준과 의무기준이 규정되어 있음

〈표 6-8〉 건축물 에너지효율등급

등급	주거용 건축물	주거용 이외의 건축물
	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (㎾h/㎡년)	연간 단위면적당 1차에너지소요량 (㎾h/㎡년)
1+++	60미만	80미만
1++	60 이상 90 미만	80 이상 140 미만
1+	90 이상 120 미만	140 이상 200 미만
1	120 이상 150 미만	200 이상 260 미만
2	150 이상 190 미만	260 이상 320 미만
3	190 이상 230 미만	320 이상 380 미만
4	230 이상 270 미만	380 이상 450 미만
5	270 이상 320 미만	450 이상 520 미만
6	320 이상 370 미만	520 이상 610 미만
7	370 이상 420 미만	610 이상 700 미만

자료: 한국에너지공단, 2019, 2018년도 에너지사용량통계-에너지사용량 신고업체

- 「서울시 녹색건축물 설계기준」은 패시브 요소뿐만 아니라 신재생에너지 의무설치 비율을 두어 제로에너지 건물을 확대하기 위한 여건을 조성함

〈표 6-9〉 신재생에너지 연도별 설치비율

구 분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023~
공공건축물		15%	18%	21%	24%	27%	30%	-	-	-
민간건축물	주거	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
	비주거	7%	7%	9%	9%	11%	11%	12%	12%	14%

○ 녹색건축물로 인증된 건물에 대해서는 건축기준 완화(예, 용적률 완화)와 세금(취득세, 제산세) 감면 인센티브를 제공함

- 건축물 에너지절약설계기준에 따라 건축물에너지효율등급과 녹색건축 인증 등급에 따라 3~6%의 건축기준 완화 제공
- 지방세특례제한법에 따라 건축물에너지효율등급과 녹색건축인증등급에 따라 취득세는 5~10%, 재산세는 3~10% 감면하고 있음

□ 서울시 환경영향평가 심의 기준 강화

○ 서울시는 대규모 개발 및 대형건물의 신축(총면적 100천㎡ 이상) 또는 재개발 및 재건축(대지면적 90천㎡ 이상 재개발 및 재건축)시 적용하는 환경영향평가 심의 기준을 강화해옴

〈표 6-10〉 환경영향평가 에너지관련 심의 기준 변화(2014~2019)

<table>
<tr><th></th><th>환경영향평가(2014)</th><th>환경영향평가(2019)</th><th>강화내용</th></tr>
<tr><th colspan="4">평가내용</th></tr>
<tr><td>신재생에너지 등 에너지생산시설</td><td>-</td><td>• 사후환경영향조사와 연계한 신재생에너지 시설 가동 여부, 에너지 생산량 등 주기적 모니터링 계획 수립</td><td>사후관리 내용 신설</td></tr>
<tr><td>지역 냉난방</td><td>-</td><td>• 열생산시설에서 공급되는 지역 냉난방 적용 우선 검토</td><td>지역 냉난방 검토 신설</td></tr>
<tr><td>LED</td><td>적용 수량 · 비율 등 제시</td><td>• LED 조명 등 고효율 조명 사용(적용 수량, 비율, 에너지절감량 산정)
• 공용부 및 지하주차장등 조도자동조절조명기구 설치계획 수립 권고
• 조광기, 부분 점멸회로, 조명 자동제어설비 등 조명에너지 효율화 계획 수립 권고</td><td>LED 및 조명에너지 효율화 심의 기준 구체적으로 신설</td></tr>
<tr><td>대기전력</td><td>-</td><td>• 대기전력 자동차단장치 도입</td><td>신설</td></tr>
<tr><td>BEMS</td><td>BEMS 도입 검토</td><td>• 비주거용 건물의 경우 용도별 에너지 계측 시스템 도입
• 주거용 건물의 경우 세대 및 공용부의 월별 에너지소비량과 생산량 관리할 수 있는 시스템 도입</td><td>BEMS 도입 강화</td></tr>
<tr><td>폐역회수형 환기장치</td><td>-</td><td>• 고효율 폐열회수형환기장치 등 설치 검토</td><td>신설</td></tr>
<tr><td>차연채광 및 자연환기</td><td>자연채광 및 자연환기 검토</td><td>• 자연채광 및 자연환기 검토
• 눈부심이나 과열현상 방지위한 차양 등 고려
• 자연채광 어려운 공간에 광덕트 등 적극적인 자연채광 방안 고려</td><td>구체화</td></tr>
<tr><td>에너지 손실 최소화</td><td>-</td><td>• 건물 외피 등 에너지 손실 최소화 계획 수립 권고</td><td>신설</td></tr>
<tr><td>환경친화적 차량</td><td>총 주차면적의 5% 이상 환경친화적 차량 우선 주차구획 확보 및 인프라 구축 계획 수립</td><td>• 환경친화적 자동차 주차면 확보 비율 제시
• 전기 인입선 등 충전시설 인프라 구축 계획 수립
• 충전시설의 종류, 수량 등 제시</td><td>구체화</td></tr>
<tr><th colspan="4">평가기준</th></tr>
<tr><td>신재생에너지</td><td>민간건축물 신재생에너지 의무비중 12%</td><td>• 민간건축물 연도별 신재생에너지 의무 비중
<table>
<tr><th>구분</th><th>2019년</th><th>2020년</th></tr>
<tr><td>설치비율</td><td>18%</td><td>20%</td></tr>
</table>
• 신재생에너지 설치 규모 혹은 에너지 생산량의 20% 이상 태양광 설치</td><td>강화</td></tr>
<tr><td>조명기기</td><td>조명기기 70% 이상을 LED</td><td>• LED 등 100% 친환경 조명 적용</td><td>강화</td></tr>
<tr><td>전기차</td><td>-</td><td>• 전기차 등 환경친화적 차량 도입 계획</td><td>신설</td></tr>
<tr><td>대기전력</td><td>-</td><td>• 대기전력 자동차단장치 80% 이상</td><td>신설</td></tr>
<tr><td>창 면적 비율</td><td>-</td><td>• 창 면적 비율 제한</td><td>신설</td></tr>
<tr><td>건물에너지효율등급</td><td>건물에너지효율등급 1등급 이상</td><td>• 건축물에너지효율등급 1+ 등급 이상</td><td>강화</td></tr>
</table>

□ **서울시 신규건물 건축물에너지효율등급 강화를 통한 에너지 절감량**

○ 에너지효율등급 기준을 상향하여 연간 606천TOE의 최종에너지 절감을 목표로 함

〈표 6-11〉 건축물에너지효율등급 강화를 통한 최종에너지 소비 절감 목표

구 분		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
주거	전기(TOE)	5,080	10,161	15,241	20,321	25,402	30,482	55,884	81,285	106,687
	가스(TOE)	6,466	12,932	19,398	25,864	32,329	38,795	71,125	103,454	135,784
주거 외	전기(TOE)	7,621	15,241	22,862	30,482	38,103	45,723	83,826	121,928	160,031
	가스(TOE)	9,699	19,398	29,097	38,795	48,494	58,193	106,687	155,181	203,676
합계		28,866	57,731	86,597	115,462	144,328	173,193	317,521	461,849	606,177

주: 건축물에너지효율등급 최종에너지 절감량은 다음과 같이 산정함
① 2016-2018 「녹색건축물 조성 지원법」에 따른 에너지절약계획서 대상 건물의 연 평균 냉난방 면적을 2020-2040 전망으로 추정함
② 상향된 에너지효율등급 적용했을 경우 1등급, 적용하지 않았을 경우 3등급에 해당하는 단위면적당 소요 1차에너지 가정
③ 에너지 절감량 = 신축 건물 면적(㎡) × {(3등급 1차에너지소요량/㎡ - 1등급 1차에너지 소요량/㎡)}
(건물에너지의 소비량 중 전기 44%, 가스 56% 로 가정함)

3) 공공건물 에너지 절감

□ **공공건물 BRP 확대를 통한 에너지 절감 및 민간건물로의 시장 창출**

○ 공공건물 에너지 진단 의무대상 단계적 확대

- 현재 3,000㎡ 이상인 공공건물 에너지 진단 의무대상 기준을 1,500㎡와 1,000㎡로 단계적 확대
- 전체 서울시 소유 2,373개 건물 중 서울시 소재 건물은 1,916개임. 이 중 3,000㎡ 이상인 건물은 328개소, 1,500㎡ 이상인 건물은 490개소, 그리고 1,000㎡ 이상인 건물은 595개소임
- 2040년까지 1,000㎡ 이상의 서울시 공공건물 약 600개소에 대해 BRP 진행하는 것을 목표로 설정함

○ 공공건물 BRP 의무대상 기준 개선

- 현재 BRP 의무기준은 절감효과 5% 이상, 투자비 회수 기간 10년 이하로 되어 있음. 국내 에너지 가격이 낮아 투자비 대비 에너지 절감량 기준만으로는 BRP 사업을 확대하는 것은 어려움
- 노후건물 리노베이션을 통한 수명 연장과 유지보수비 절감 등의 효과를 종합적으로 고려하여 BRP 대상 범위를 넓히는 것이 필요함

○ 1,000㎡ 이상 공공건물을 교육·복지, 업무, 의료시설로 나누어 2040년까지 단위면적당 최종에너지 소비를 절반으로 줄이는 것을 목표로 설정

- 이에 따라 2040년 공공부문 최종에너지 절감 목표량은 28,352TOE로 설정함

〈표 6-12〉 공공건물 최종에너지 절감 목표

(단위: TOE)

구 분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
교육 · 복지 건물	533	619	719	835	970	1,127	2,383	5,040	10,658
업무 건물	427	496	576	669	777	903	1,909	4,038	8,538
의료 시설	458	532	618	718	834	968	2,048	4,330	9,157
합계	1,418	1,647	1,913	2,222	2,581	2,998	6,340	13,407	28,352

□ 사회복지시설 BRP

○ 에너지 복지 개선과 BRP 시장 확대를 위해 사회복지시설 BRP 확대 필요

- 공공건축물 에너지 효율화 실증모델을 제시함으로써 타 공공기관 및 민간건물의 BRP 확산을 가속화하고, 서울시 건물에너지 절감 및 온실가스 감축에 기여할 수 있도록 함

○ 대상 건물의 양적 확대를 통해 에너지 절감, BRP 시장 확산, 에너지 복지 개선

- 연간 50개소의 사회복지시설 BRP 사업 진행

※ 2018 기준, 서울시 노인복지시설은 총 3,885개소(노인복지관 82개소, 경로당 3,425개소, 노인교실 378개소), 국공립 어린이집은 1,398개소

○ 대상 건물의 선정은 에너지 소비량과 절감효과, 건물 노후도, 구조 안전성, 확산 효과 등을 고려하여 우선 연도별 사업 목록(등대 인벤토리) 작성

○ 리모델링 방식에 초점을 맞춰 사업 고려

- 기기별 교체(retrofit)보다는 건물 시설개선(수도, 전기 설비 등)과 에너지효율 개선을 함께 진행하는 리모델링(remodeling) 방식이 에너지 절감량 및 사용자 만족도 측면에서 효과적임

- 유지보수가 필요한 노후 건물의 시설개선을 통해 건물 수명을 연장하고 사업의 전체적인 경제성을 향상할 수 있음

〈표 6-13〉 사회복지시설 최종에너지 소비 절감 목표

사회복지시설	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
BRP 개소(누적)	50	100	150	200	250	275	400	525	625
최종에너지 절감량(TOE)	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	5,500	8,000	10,500	12,500

주: 단위사업당 에너지 절감량은 중림어린이집 (2015) 23.2TOE/년, 송파노인복지회관(2016) 16.7TOE/년을 기준으로 약 20TOE/년 · 개소로 산정함

□ 공공임대주택 BRP

○ 서울시 공공임대주택사업은 2040년 총 94,500개소, 63.3천TOE를 감축하는 것을 목표로 설정함

〈표 6-14〉 공공임대주택 최종에너지 소비 절감 목표

공공임대주택	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
BRP 개소(누적)	4,500	9,000	13,500	18,000	22,500	27,000	49,500	72,000	94,500
최종에너지 절감량(TOE)	3,015	6,030	9,045	12,060	15,075	18,090	33,165	48,240	63,315

4) 에너지다소비건물 에너지 관리

□ 에너지다소비건물 에너지 소비 규제 및 지원 강화

○ 서울시 에너지다소비건물 관리는 주로 에너지소비량 공개와 BRP 융자금을 통한 자발적 감축을 유도에 그쳐, 에너지소비총량규제 등 보다 적극적인 규제 방안 마련 필요함

- 현재 신축건물은 제로에너지건물 및 에너지효율등급기준 강화 등을 통해 에너지 효율 높일 수 있으나 기존 건물에 대한 에너지 규제 방안 미흡한 상황
- 서울시 에너지다소비건물의 특성에 따른 연차별 에너지 소비 기준 마련 필요함
- 에너지 절감 기술, 파이낸스, 시행에 관해 맞춤형 지원을 제공할 수 있는 'BRP 플랫폼' 필요 (예, 뉴욕시 NYC Retrofit Accelerator)

○ 2019년 뉴욕시는 '기후동원법(Clinate Mobilization Act)'안에 건물효율화법(Local Act 97)을 마련하여 건물의 온실가스 배출량을 규제함

- 뉴욕시는 25,000ft2(약 2,300㎡) 이상 5만여 개 건물에 대해 2030년까지 40%, 2050년까지 80%의 온실가스 배출량을 줄이도록 하는 법안을 수립함(Local Act 97)
- 온실가스 규제 대상인 이들 5만여 개의 건물은 전체 뉴욕시 건물 100만 개 중 5%에 불과하지만 뉴욕시 온실가스 배출의 30% 차지함

□ 에너지다소비건물 에너지 절감 목표

○ 에너지다소비건물(아파트) 건축물에너지효율등급을 현 2등급 수준(160㎾h/m^2)에서 1+ 등급 수준(90㎾h/m^2)[51]으로 개선하는 것을 목표로 하고 이에 따른 최종에너지 감축량 산정함

- 에너지다소비건물에 해당하는 아파트의 총면적은 4천1백만㎡이며 에너지사용량(최종에너지)은 370천TOE에서 206천TOE로 약 164천TOE 절감됨

○ 에너지다소비건물(아파트 외) 건축물 에너지효율등급을 현 6등급에서 2040년까지 2등급으로 상향

- 아파트 외의 에너지다소비건물의 총면적은 4천1백만 m^2로 아파트와 비슷하나 단위면적당 에너지사용량은 3.5배임. 2등급 수준으로 단위면적당 에너지소비를 줄이면, 약 515천TOE의 최종에너지 감축이 가능함

○ 산업부문 에너지다소비건물은 건축물 2040년까지 2018년 에너지소비량의 40%를 감축하는 것을 목표로 설정

51) 건물에너지효율등급은 연간 단위면적당 1차에너지(㎾h/m^2)으로 구분됨

○ 에너지다소비건물의 최종에너지소비량은 2018년 196만TOE에서 2040년 966천TOE로 994천TOE인 49%가 감축됨

〈표 6-15〉 에너지다소비 사업장 최종에너지 소비 절감 목표

(단위: TOE)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
아파트	10,170	20,061	29,680	39,034	48,132	56,980	97,701	133,128	163,947
건물 (아파트외)	34,511	67,782	99,855	130,775	160,583	189,319	318,221	425,551	514,920
산업	20,475	40,284	59,451	77,995	95,938	113,297	191,999	258,726	315,303
합계	65,156	128,127	188,986	247,805	304,653	359,596	607,921	817,405	994,169

5) 민간건물 에너지 절감

□ 상업용 건물 BRP

○ 상업용 건물 BRP 확대

- 상업용 건물 에너지효율화 사업을 연간 3,000개로 획기적으로 확대하여 2040년까지 총 63,000개소의 상업건물 BRP 실행을 목표로 함

〈표 6-16〉 상업용 건물 최종에너지 소비 절감 목표

상업건물	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
BRP 개소(누적)	3,000	6,000	9,000	12,000	15,000	18,000	33,000	48,000	63,000
최종에너지 절감량 (TOE)	92,280	184,561	276,841	369,121	461,402	553,682	1,015,084	1,476,486	1,937,887

주: 에너지 절감량은 서울시 민간건물 BRP 에너지 절감 성과(2014~2018)를 근거로 하여 산정함

□ 주택 BRP

○ 민간 주택 BRP 확대

- 민간 주택 에너지효율화 사업을 연간 20,000개소로 확대하여 2040년까지 총 420,000개소의 주택 BRP 수행하는 것을 목표로 함

- 2040년 연간 최종에너지 절감량은 139,616TOE로 추정함

〈표 6-17〉 민간 주택 최종에너지 소비 절감 목표

주택건물	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
BRP 개소(누적)	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000	120,000	220,000	320,000	420,000
최종에너지 절감량 (TOE)	6,648	13,297	19,945	26,593	33,242	39,890	73,132	106,374	139,616

주: 에너지 절감량은 서울시 주택건물 BRP 에너지 절감 성과(2014~2018)를 근거로 하여 산정함

다. 수요반응자원 확대

1) 수요반응시장의 종류

○ 수요반응자원(DR, demand response) 거래 제도는 전기사용자가 전력시장 가격이 높을 때 또는 전력수요가 높을 때 아낀 전기를 전력시장에 판매하고 금전으로 보상받는 제도임

□ 시장 운영에 따른 수요반응시장[52)]

○ 수요반응시장은 비상대응 의무감축 시장(신뢰성 DR)과 자발적 수요감축 시장이 있음

- 비상대응 의무감축 시장은 전력수급 준비단계(전력수요 운영 예비력 5GW 미만) 혹은 관심단계 예상시 전력거래소가 등록용량에 대해 최소 1시간 전 연간 60시간 한도에서 수요감축을 요청함
- 자발적 수요감축은 전력거래소의 수요감축 요청 없이 참여고객이 자발적으로 경제성 DR, 피크 DR, 미세먼지 DR에 참여하여 수요를 감축함
- 피크 DR은 동하계 수급 대응을 위해 기준수요 초과 예상 시 참여를 신청한 업체가 자발적으로 수요 감축하여 피크수요를 감축하고 이에 따른 계통제약발전 비용을 감소시킴
- 미세먼지 DR은 미세먼지 저감조치 등에 따른 석탄발전기 감발량에 따라 참여를 신청한 업체가 자발적으로 수요를 감축함으로써 계통제약 정산금을 감소하는 효과 예상됨

〈표 6-18〉 시장 운영에 따른 수요반응시장의 종류

구분	경제성 DR	피크수요 DR	미세먼지 DR
참여량	발전기와의 가격경쟁을 통해 참여량 결정	운영발전계획의 예측수요가 동하계 기준수요 초과에 따라 참여량 결정	미세먼지 저감을 위한 화력발전소 감발에 따라 참여량 결정
효과	계통한계가격(SMP) 하락	피크수요 감축 및 제약비용 감소	계통제약 정산금 감소

□ 수요자원의 종류에 따른 수요반응시장

○ 수요자원의 종류에 따라 표준 DR, 중소형 DR, 국민 DR로 나뉨

- 표준 DR은 전기사용 계약 종별에 제한 없이 모든 전기소비자가 참여 가능하며 감축시간은 최소 1시간에서 최대 4시간까지 1일 2회 한도로 감축 가능해야 함
- 중소형 DR은 일반용, 주택용, 농사용, 교육용 및 산업용 2,000㎾ 이하의 전기사용계약을 체결한 전기소비자가 참여 가능하며 감축시간은 1시간 1일 2회 비연속 한도로 감축 가능함[53)]
- 국민 DR은 주택과 점포 등 소규모 전기사용자로 확대된 수요반응시장으로 2019년 12월 시행

52) 한국전력거래소, 2018, 발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구
53) 한국전력거래소, 2018, 발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구

2) 서울시 수요반응자원 이용 현황과 목표

□ 이용 현황과 목표

○ 서울시는 약 13.2㎿의 수요반응자원 운영 중이며 2025년 100㎿ 확대 계획 중

- 2019년 서울시의 20개소 공공건물 및 사업소에 6.4㎿, 서울에너지공사는 18개소 공공건물 및 공동주택 6.8㎿의 수요반응자원을 운영하고 있음
- 서울에너지공사는 2025년까지 100㎿의 수요자원 기반 가상발전소 운영을 계획하고 있음

□ 수요반응시장 확대

○ 미세먼지 계절관리제 시행 및 계시별 요금제 확대 등으로 수요반응시장 확대가 기대됨

- 국가기후환경회의는 미세먼지 계절관리제(미세먼지 시즌제)를 수립하여, 미세먼지가 고농도로 발생하는 12월~3월 석탄발전소의 1/3 가동중단 제안함
- 이 시기에 부족한 전력을 수요자원을 통해 충당할 수 있어 수요반응시장(미세먼지 DR) 확대 예상됨

□ 서울시 수요자원 가상발전소 목표 설정

○ 서울시는 2040년에 500㎿의 수요자원 가상발전소 목표를 설정함

- 수요반응시장을 통한 에너지 절감량은 크지 않지만 전력 피크 감축에는 큰 역할을 할 것으로 예상할 수 있음

○ 미세먼지 DR 시행, AMI 보급 등에 따른 발령 시간 증대가 예상됨

- 2014년 신뢰성 DR 발령 실적은 1회 발령 3시간, 2016년 2회 발령 5시간, 2017년 5회 발령 13시간, 2018년 7회 발령 21.5시간으로 증가 추세임[54)]

○ 향후 자치구 공공건물과 공동주택으로 대상 확대하여 2040년 500㎿의 수요반응자원 목표 설정

- 하지만 수요반응자원의 이용률은 날씨 등에 따른 전력 수요 변화, 예비력, 전력 실시간 요금 등에 따라 변동이 있어 예측하기 어려움. 여기서는 2040년 수요자원 이용률을 연간 5% 정도(450시간)으로 가정하고 이 중 약 절반 정도를 에너지 절감 효과로 추정함[55)]

〈표 6-19〉 수요반응자원 활용을 통한 최종에너지 소비 절감 목표

수요반응자원	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
수요반응자원 (누적, ㎿)	25	40	55	70	85	100	171	292	500
최종에너지 절감량 (TOE)	27	49	79	115	162	220	778	2,743	9,675

54) 서울에너지공사 내부자료, 2019

55) 수요반응자원 중 많은 비중이 부하 이동(load shift)을 통한 부하 관리용 자원(특히 산업체)이므로 전체 수요자원을 전력 절감량으로 보기 어려움

라. 시민참여 에너지 절약

□ 에코마일리지

○ 에코마일리지 제도는 2009년 9월부터 건물부문의 에너지소비 및 온실가스 감축을 촉진하기 위해 시행하고 있는 제도임

- 전기, 수도, 도시가스(지역난방 포함) 등을 절약한 데 대해 마일리지 방식의 인센티브를 제공하는 시민참여 프로그램임
- 개인회원과 단체회원으로 구분하며, 단체회원은 소상공인, 기업·법인, 공동주택, 공공기관, 교육·복지기관, 종교기관으로 구분함
- 에너지 절약평가는 6개월 단위로 직전 2년간의 같은 기간 평균사용량을 당해 연도 에너지 사용량과 비교함. 이에 따라 개인회원에게는 마일리지를, 단체회원에게는 현금을 인센티브로 제공함

〈표 6-20〉 개인 회원 에너지 절감률 범위에 따른 인센티브 지급

범위	지급 인센티브
5% ~ 10% 미만	1만 마일리지(1만원 상당)
10% ~ 15% 미만	3만 마일리지(3만원 상당)
15% 이상	5만 마일리지(5만원 상당)

○ 2018년 기준 에코마일리지 회원 수는 204만 명으로 집계됨. 이 중 개인회원이 198만 명으로 전체 회원의 97%를 차지하고 있음

- 날씨 등의 영향으로 연도별 에너지 절감량은 다소 큰 차이가 있으나 2014~2017년 사이 연평균 27천TOE를 절감한 것으로 나타남

○ 계절관리제 기간(12월~3월) 중에는 에코마일리지를 통해 가정 및 사업자단체의 난방에너지 절감을 유도하기 위해 에코마일리지 특별포인트를 지급함

- 개인회원에게 20% 이상 절감 시 1만 마일리지의 특별포인트 지급
- 사업자단체회원은 평가 기간을 계절관리제 기간으로 조정하여 에너지 절감 유도

〈표 6-21〉 미세먼지 시즌제 특별 포인트 제도

현행 에코마일리지	
평가 기간 : 6개월(연2회)	
5~10% 절감	1만 마일리지
10~15% 절감	3만 마일리지
15% 이상 절감	5만 마일리지

➡

미세먼지시즌제 특별포인트	
평가 기간 : 4개월(12~3월)	
5~10% 미만	기존 지급 동일
10~15% 미만	
15~20% 미만	
20% 이상	추가 1만 마일리지

○ 서울시는 2020년 230만명의 회원을 목표로 설정하고 150천TOE의 에너지 절감량을 목표로 함

- 2040년 목표는 「제4차 지역에너지계획」과 같은 300만명의 회원을 목표로 하며, 프로그램의 다양화 · 내실화를 통해 196천TOE의 에너지를 절감하는 것을 목표로 설정함

〈표 6-22〉 에코마일리지 최종에너지 소비 절감 목표

에코마일리지	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
회원수 (천명, 누적)	2,300	2,331	2,362	2,394	2,426	2,458	2,627	2,807	3,000
최종에너지 절감량 (천TOE)	150	152	154	156	158	160	171	183	196

○ 외국인을 위한 다양한 언어로 홍보물 제작 등 홍보 확대 필요

- 서울시민의 6.5%에[56] 해당하는 외국인 인구의 참여를 확대하기 위해 우선 영어와 중국어를 중심으로 에코마일리지 홍보 언어 확대하며, 순차적으로 다양한 언어로 확대
- 홈페이지는 다양한 언어가 지원되도록 개편
- 홍보물 작성 시 다양성 반영을 위해 홍보물 성별영향평가 등 기존 제도 적극 활용

□ 에너지자립마을

○ 에너지자립마을은 주민들의 자발적인 참여를 통해 에너지 소비를 줄이고 신재생에너지 생산을 통해 에너지자립기반을 구축하는 마을공동체

- 서울시는 2018년 100개의 에너지자립마을 조성함
- 그동안 에너지자립마을 주민들은 미니태양광 설치, 에코마일리지 가입, 에너지 절약 캠페인 등을 통해 에너지를 줄임
- 에너지 절감을 통해 줄인 관리비를 경비원 임금 인상에 사용하는 등 에너지 나눔과 상생 모델을 확산하기도 함
- 지난 7년간 에너지자립마을 우수사례를 서울전역으로 확산함

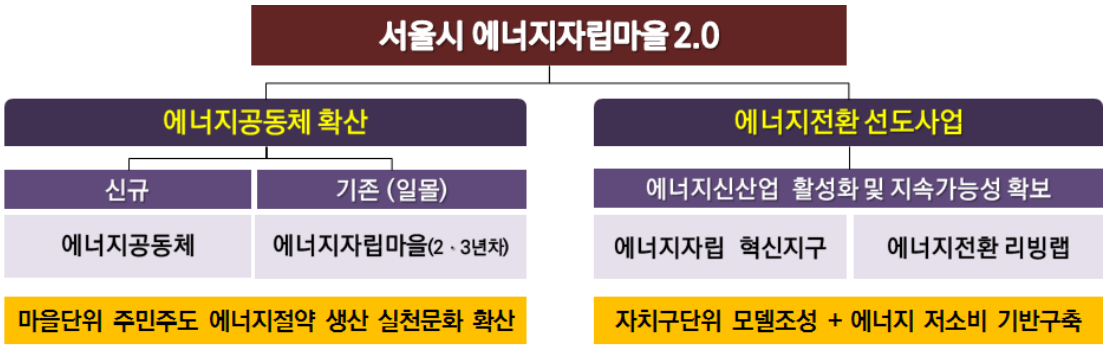
○ 시민, 연구기관, 민간기업, 시, 자치구 등의 역량을 집중해 에너지 수요관리, 온실가스 감축, 에너지경제생태계 조성을 목적으로 2019년부터 에너지자립마을 2.0 사업을 추진하고 있음

- 에너지자립마을 2.0 사업은 '도시형 에너지전환모델 구축 및 서울전역 확산'을 비전으로 2022년까지 에너지공동체 300개소 발굴, 에너지자립 혁신지구 4개소 조성, 주민참여형 에너지전환 리빙랩 10개소 운영을 목표로 하고 있음
- '에너지공동체' 사업은 기존 에너지자립마을과 달리 시 주도 공모방식에서 벗어나 마을자치센터 공모를 통해 25개 자치구로의 질적 확산을 도모하고 있으며 지원규모도 마을당 100만원(에너지교육

56) 자료: https://data.seoul.go.kr/(서울열린데이터광장, 2019년 5월 7일 기준)

2회·캠페인 1회 지원) 이내로 축소하여 지원하고 있으며 2019년 69개의 에너지공동체가 발굴됨

- '에너지자립 혁신지구'는 마을단위에서 자치구단위로 외연을 확장하고 에너지신산업과 정보통신기술(ICT)을 활용한 에너지 데이터 플랫폼을 구축하여 비즈니스 모델을 적용·실증하는 사업으로 올해 자치구 공모를 통해 서대문구를 대상지로 선정하고 가정(공동주택, 단독주택), 공공·상업시설 등의 에너지 사용현황 조사를 기반으로 에너지데이터 플랫폼을 구축하고 있음
- '주민참여형 에너지전환 리빙랩'은 2019년 2개 과제(①에너지자립마을의 지속가능성 확보를 위한 마을 특화모델 발굴 리빙랩, ② 시민참여형 DR 등 전력시장 연계형 에너지전환 리빙랩)를 발굴·지원하여 성과보고회를 개최하였으며, 내년에는 4개 과제로 확대하여 주민, 민간기업, 연구기관, 행정이 협업하여 지역의 에너지전환 문제를 해결하고 제도와 기술을 혁신하는 실험을 확대할 계획임



〈그림 6-11〉 에너지자립마을 사업 구조

마. 수송부문 에너지 수요관리 및 에너지 전환

1) 수송부문 수요관리 전략

□ 교통수요관리 강화

○ 현재 서울시 교통정책의 패러다임은 과거 개인교통 위주의 정책에서 현재는 대중교통 중심 정책으로, 또 미래는 사람이 우선하는 정책으로 전환되는 과정임

○ 미래의 교통정책은 사람 중심의 인프라 공급과 적극적 수요관리를 통하여 보행, 자전거, 대중교통을 활성화하고 승용차가 함께 배려되는 방향으로 추진되고 있음

- 차량보다는 사람이 우선되는 교통정책, 이동성보다 접근성이 강조되는 교통정책으로 변화
- 특정계층을 지원하는 제한적 이동권보다는 모든 사람을 지원하는 Universal Design 기반의 보편적 이동권을 지향하는 교통정책으로 변화
- 개인 소유교통(Own)보다는 함께 나눠 쓰는 공유교통(Share)으로 변화
- 개별 수단별 정책에서 각 수단을 연계·통합하는 교통정책으로 변화
- Top-Down 중심의 의사결정체계에서 소통과 주민참여를 기반으로 한 Bottom-Up 중심의 의사결정체계로 전환
- 대규모 인프라를 건설하는 Hardware 형태의 사업보다는 기존 시설을 효율적으로 운영하고 인식을 개선하는 Software 형태의 사업을 지향
- 효율성만을 강조하지 않고 효율성과 더불어 형평성, 지속가능성, 경제성을 조화롭게 강조하는 교통정책으로 변화

자료: 서울시, 2014, 서울특별시 도시교통정비 기본계획

〈그림 6-12〉 서울특별시 도시교통정비 기본계획의 교통정책 패러다임의 중심이동

○ 특히 교통정책의 비전을 '승용차에 의존하지 않아도 편리하게 생활할 수 있는 서울'로 설정하고 다음과 같은 원칙에 따라 변화하는 사회환경 변화에 대응하고 있음.

- 대중교통체계는 도시철도가 중심이 되고 버스는 이를 지원하는 기능으로 재편
- 도시철도는 현재 저속의 간선기능을 담당하고 있으나, 앞으로는 고속의 중장거리 간선 기능을 담당하여 서울시 대중교통체계에서 중심수단으로 역할 확대
- 버스는 현재의 경직된 지간선 기능을 담당하고 있으나, 앞으로는 도시철도를 지원·보완하는 지선기능 중심으로 기능을 재편하되, 대중교통 사각지역이 최소화 되도록 다양한 수요에 능동적으로 대응하는 유연성을 갖춘 수단으로 기능 보완
- 택시는 대중교통을 지원하고, 목적지를 직결 운행하는 고급 교통수단으로 위상 정립
- 보행 및 자전거는 지구 내에서 통행우선권을 갖는 주교통 수단으로 위상 강화
- 승용차는 우선적·절대적 수단에서, 합리적 판단에 의한 선택적 수단으로 위상 조정

자료: 서울시, 2014, 서울특별시 도시교통정비 기본계획

〈그림 6-13〉 서울특별시 도시교통정비 기본계획의 교통정책 비전 및 정책방향

□ 친환경차 보급 확대[48)]

○ 서울시는 초미세먼지의 37%를 발생시키는 교통분야 초미세먼지 대책의 필요성에 따라 전기차를 적극적으로 보급하고, 이용자의 80% 이상이 지적하는 충전 인프라 문제를 해소하기 위해 다양한 정책을 시행할 예정임

- 전기차 선택 걸림돌 충전불안 해소 → 서울형 집중충전소, 주유소충전소 등 확대
- 전기차 선택 유도 → 기술발전과 정부정책에 연계하는 유연한 보조금 정책 시행

48) 서울시, 2017, 서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획

- 대기질 개선효과 높은 차량 전환 촉진 ⇨ 주행거리가 많은 버스, 통학차량, 택배 등
- 서울시 솔선 및 민간참여 촉진 ⇨ 전기차 의무구매 강화, 민간기업 등 전환 확산

○ 특히 공공부문을 중심으로 전기차 보급의 선도적인 역할 수행 중

- 전기버스 시범 도입 및 녹색교통구역 통과 노선에 집중적으로 확대
- 경찰 수송용 버스를 전기버스로의 전환을 유도
- 공공부문의 관용차를 전기차로 전환

○ 또한 이러한 전기차 보급전략은 수소차가 상용화됨에 따라 전기차와 수소차를 모두 포함하는 친환경차 전략으로 수정 및 확대될 계획

- 향후 3년 내에 수소차 4,000대, 전기차 10만 대를 보급하고 이를 위해 수소차 충전소도 15개로 늘리는 등 인프라를 확대를 병행할 예정임

자료: 서울시, 2017, 서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획

〈그림 6-14〉 서울시 전기차 시대 선언문 비전

2) 교통수요관리 강화

(1) 기업체 교통수요관리 사업

□ 추진방향

○ 실효성 중심의 프로그램 개편 및 프로그램의 패키지화로 실질적 부과금 상향

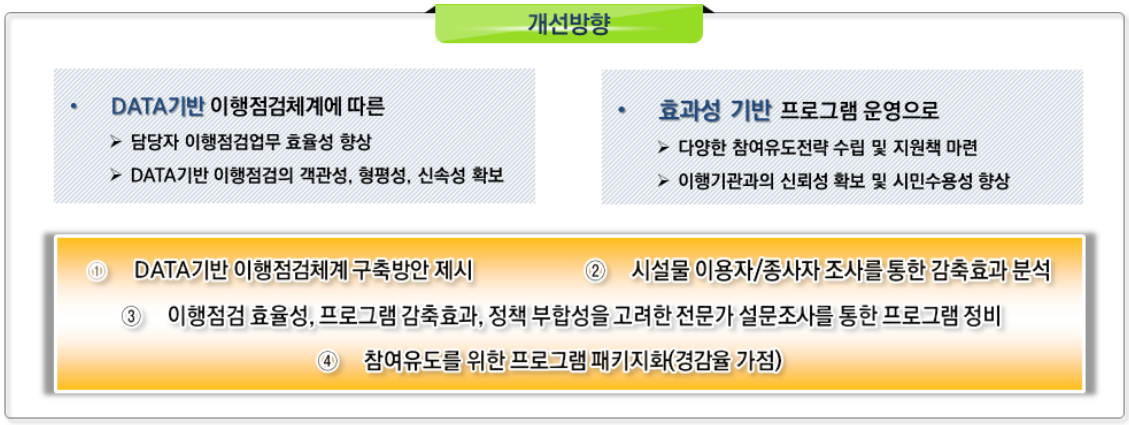
□ 추진사항

○ 기업체 교통수요관리의 내실화

- 기업체교통수요관리 내실화를 위해 제도 개선(프로그램 조정, 경감비율 조정 등)
- 기업체 교통수요관리 참여여부 및 효과에 대한 데이터 기반의 모니터링을 통해 수요관리 효과 증대
- 지속적인 모니터링을 통하여 문제점 보완 및 데이터 기반의 프로그램 개편 방안 수립
- 자율적으로 참여하고 있는 기업체 교통수요관리 제도 중 일부는 대형시설에 한해 의무적으로 참여하게 하는 정책 도입

○ 교통유발부담금 단위부담금 인상

- 현행 700원/㎡인 교통유발부담금 단위부담금을 2020년까지 2,000원/㎡으로 단계적으로 인상하여 교통유발부담금 현실화 (이후 여건을 고려하여 조정될 예정)
- 물가 및 교통혼잡비용 등과 같은 사회 및 교통환경을 감안한 주기적 조정 필요, 중장기적으로 지자체에 위임된 교통유발계수 상향조정 권한을 현재 100% 수준에서 200%까지 확대 필요 (정부 입법 건의)



자료: 서울시 내부자료

〈그림 6-15〉 기업체 수요관리 사업 개선방향

□ 기대효과

○ 기업체 참여율: 현재 2018년 기준 25%에서 2030년 기준 50%로 상향

○ 교통량 감소효과: 현재 2018년 기준 6.7%에서 2030년 기준 12.0%로 상향

(2) 승용차 마일리지 제도

□ 추진방향

○ 유사한 성격의 요일제 프로그램을 실적 기반의 마일리지 제도로 통합

□ 추진사항[49)]

○ 기존의 승용차 요일제의 낮은 준수율과 이에 따른 교통량 효과 미흡으로 제도 개선의 필요성이 제기되어 왔으며, 이에 대한 다양한 대안 중 주행거리 감축량을 인센티브로 부여하는 승용차 마일리지 제도가 시범사업을 거쳐 본격 도입됨

- 가입 대상은 서울시 등록 12인승 이하 비영업용 승용차·승합차의 소유자이며, 2019년 12월 기준 112,395대가 가입해 있음
- 승용차마일리지에는 기준 주행거리대비 실제 주행거리 감축시 지급하는 주행거리 감축 마일리지와 비상저감조치 발령시 차량 미운행에 대해 포인트를 지급하는 비상저감조치 참여 마일리지 2가지가 있음

〈표 6-23〉 주행거리 감축 마일리지 지급 기준

감축률/ 감축량	0~10%미만 0~1천㎞미만	10~20%미만 1~2천㎞미만	20~30%미만 2~3천㎞미만	30%이상 3천㎞이상
인센티브	2만 포인트	3만 포인트	5만 포인트	7만 포인트

주: 감축률과 감축량 중 시민에게 유리한 기준 적용

○ 시범사업 효과평가에 따르면 참가 시민이 제출한 주행거리 감축 기록과 교통안전공단 주행거리 자료를 비교 분석한 결과 참가자의 49.2%가 주행거리를 전년 대비 5% 이상 감축하여 인센티브 혜택을 받음

- 주행거리 감축 차량 중 전년 대비 50% 이상 감축한 차량이 31.5%로 가장 높은 비율을 차지함

○ 참가자의 일평균 주행거리는 28.7㎞에서 24.4㎞로 약 4㎞ 감소한 것으로 나타났으며, 특히 50% 이상 주행거리를 감축한 차량은 32.2㎞에서 9.3㎞로 약 23㎞ 감소하여 주행거리 감축률이 71.1%에 달하는 것으로 분석되었음

〈그림 6-16〉 승용차 마일리지제 가입자 주행거리 변화

49) 고준호, 2015, 승용차마일리지제 시범사업 평가와 추진방향 설정, 서울연구원

- 전반적으로 가입자의 총 중행거리는 참여 전에 비해 15.1% 감소하였으며, 이는 서울시 승용차 주행거리의 평균 감소량인 7.5%에 비해서도 약 7.6% 더 감소된 수치임
- 또한 승용차 마일리지 제도에 참여한 이용자의 약 95%는 대부분 교통수단을 대중교통, 자전거/도보 등 친환경 교통수단으로 전환한 것으로 나타나 수송부문 에너지 감소에 미치는 효과가 상당한 것으로 나타남
- 2018~2019년간 주행거리 감축 마일리지는 52,528대가 241백만㎞를 감축하였고, 비상저감조치 참여 마일리지는 비상저감조치 10회 발령 동안 68,529대가 차량 미운행에 참여하였음

□ 기대효과

○ 점검 및 단속의 실효성 증대에 따른 교통량 감축

〈표 6-24〉 승용차 마일리지제 교통량 감축 효과

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년 이후
참여자(만대)	5	10	15	20	25
총 감축량(만㎞)	2,215	3,407	4,357	5,104	5,688
온실가스(톤CO_2)	3,866	5,946	7,605	8,909	9,929

자료: https://driving-mileage.seoul.go.kr(서울시 승용차 마일리지 홈페이지)

(3) 나눔카 보급 확대

□ 추진방향

○ 차량을 소유하지 않고 공유하는 방식으로 불필요한 차량의 보유를 억제

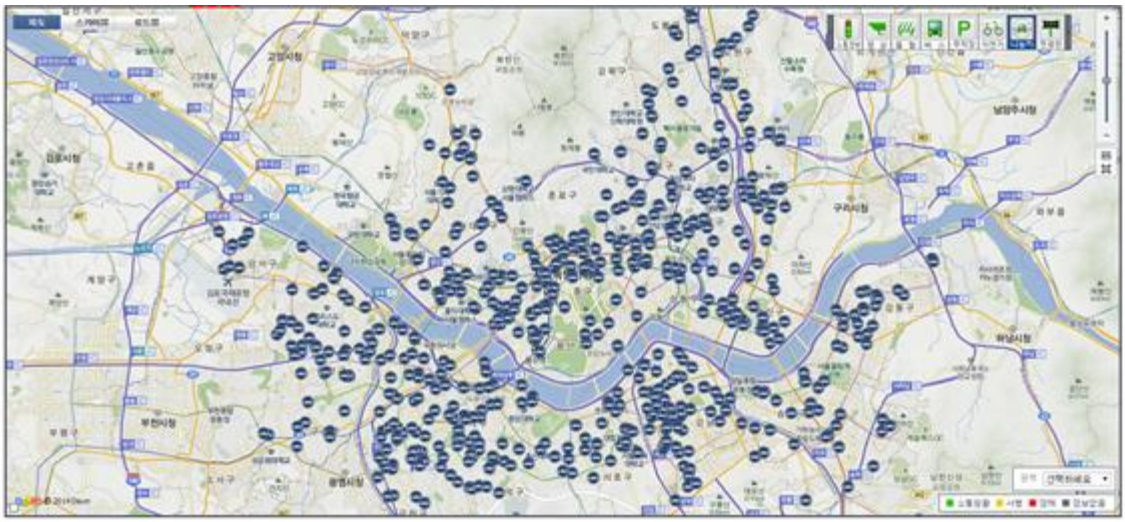
□ 추진사항

○ 최근 들어 국외에서는 자동차를 보다 효율적으로 활용하는 교통정책에 대한 관심이 높아지는 추세이며, 카셰어링(car-sharing)이 그 대안으로 추진됨
- 카셰어링은 시민들이 차량을 소유하지 않아도 공용차량을 통해 차량을 이용할 수 있는 서비스로 유럽 및 북미지역에서 이미 활발하게 이용되고 있으며, 국내에서도 차량 소유에 대한 인식 변화와 스마트폰과 같은 무선통신기술의 발달로 이용 편리성이 증대되면서 카셰어링(car-sharing) 사업이 활성화되고 있음

○ 서울시는 교통수요관리정책의 일환으로 불필요한 차량의 보유를 억제하는 동시에 개인승용차 이용 접근성이 낮은 계층에 대한 교통서비스 제공하고자 카셰어링 서비스인 나눔카 보급을 확대 중임
- 최근 나눔카 3기 추진 사업에서는 제도적 기반 강화를 통해 나눔카를 준대중교통으로 확산하기 위한 노력을 추진 중이며, 이를 통해 보급대수를 1만 대로 확대할 계획을 수립함

〈표 6-25〉 단계별 나눔카 사업 추진목표

1기	2기	3기
◈ 서비스 도입기 - 시스템 구축 및 안정화 - 카셰어링 운영모델 정착 - 홍보 및 서비스 인지도 향상	◈ 서비스 성장기 - 차량 및 주차면, 이용자수 확대 - 신규 서비스 개발 및 다양화 - 안전하고 편리한 서비스 인식 강화	◈ 서비스 고도화기 - 법·제도적 정비 강화 - 친환경 전기차 보급 확대 - 재정지원을 통해 다양한 할인혜택 제공으로 이용활성화 추진



〈그림 6-17〉 서울시 나눔카 대여지점 현황

□ **기대효과**

○ 중장기적으로 자동차 보유대수 및 교통량 감소를 통해 나눔카 100대 당 에너지 340TOE, 온실가스 720톤이 줄어드는 효과가 기대됨

(4) 주차상한제 확대

□ **추진방향**

○ 주차상한제 대상지역 조정, 운영방안 개선 및 관련 제도 개선

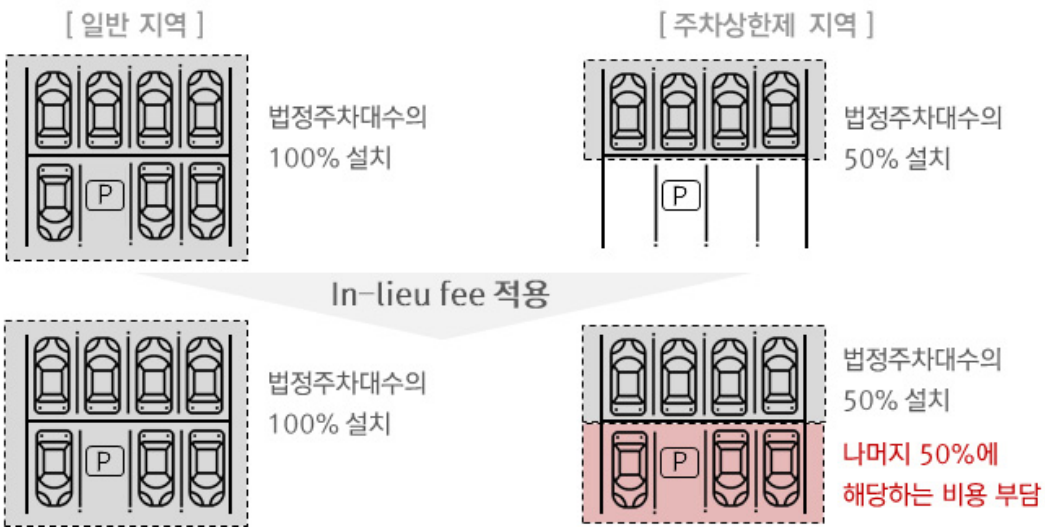
□ **추진사항**

○ 대중교통 접근성, 혼잡을 고려된 지역 등을 주차상한제 지역 조정

- 현재 교통혼잡지역을 주차요금 1급지로 해석함에 따라 발생하는 문제 개선

○ 주차상한제로 인해 절감된 건설비를 공공기여 방식으로 환수하여 교통개선에 투자

- 교통유발시설물에 대해 법정주차면수에 대한 물리적, 경제적 비용을 건축주에게 부담
- 공용주차시설에 투자하여 개별 주차공간을 대체



〈그림 6-18〉 Parking in-lieu fee 제도

○ 건설단계에 적용하는 기존 제도를 운영단계로 변경 적용

- 현재 주차상한제는 초기 시설물을 건축할 때만 적용하여 제도의 유연성 부족
- 추후 다양한 환경 변화(예: 교통혼잡지역으로 변경 등)를 고려할 수 있는 정책으로 전환

○ 시설물별 특성을 고려한 상한 기준 도입

- 판매 · 영업시설, 위락시설 등 시설물별 특성이 고려된 주차상한제 적용 기준 도입

□ 개선효과

○ 주차상한제 적용지역 조정 방식에 따라 적용면적이 16.1㎢에서 24.9~39.1㎢으로 증가

○ 이에 따라 주차상한제가 적용되는 주차면수도 24만 면에서 34만~53만 면에 대해 주차상한제가 적용될 전망

(5) 대중교통 기능 강화

□ 추진방향

○ 도시철도 신설과 연계한 시내버스 노선 개편

□ 추진사항

○ 서울의 대중교통 정책은 대중교통 시설확대, 대중교통 안전관리 강화, 교통약자를 위한 대중교통 서비스, 대중교통 운영효율화, 대중교통 재정건전성 확보, 교통수요관리와 같이 6가지 중점항목으로 추진되고 있음

- 대중교통 시설확대 측면에서 서울시 제3기 도시철도 계획, 수도권 광역철도건설, 지하철 9호선 연장 등의 도시철도 공급확대 계획에 따른 대중교통 기반시설의 확대와 기존 중앙버스 전용차로의 단절구간 연결, 광역교통량 증가에 따른 광역환승센터 설치 검토 등이 추진되고 있음
- 대중교통 안전관리 강화는 안전사고의 증가로 지하철 노후시설, 노후 차량에 대한 개선 및 교체를

중심으로 정책이 추진되고 있음. 그 외 안전문, 안전발판, 볼라드, 노면표지 등의 안전시설물에 대한 설치 및 관리, 운전자 안전교육과 운수업체 관리강화를 시행하고 있음

- 저출생·고령화에 따른 교통약자를 위한 대중교통 서비스 확대 위해 정책이 추진되고 있음. 교통약자 배려를 위한 정책 및 홍보활동을 강화하였으며, 교통약자의 이동편의 증진을 위하여 에스컬레이터, 엘리베이터 설치를 확대하고 있으며, 저상버스의 도입을 확대하고 있음
- 대중교통 운영효율화를 위한 정책으로는 올빼미버스, 수요대응형 버스 등 다양한 버스 서비스의 확대를 추진하고 있으며, 교통정보의 제공 및 대중교통 전용신호적용등 다양한 대중교통 정책을 추진하고 있음
- 교통수요와 관련해서는 녹색교통 진흥지역 지정, 대중교통의 날 운영, 보행 전용거리 설치 등 다양한 정책을 지속적으로 추진 확대 중임

〈표 6-26〉 대중교통 주요 성과목표

구분	단위	기준연도(2016)	단기(2021)	중장기(2026)
도시철도 연장 (국철 포함)	㎞	453.3	468.0	521.8
중앙버스전용차로 연장	㎞	119.3	147.0	214.0
광역환승센터 설치	개소	6	9	9
나눔카 대여소	개소	1,438	3,100	3,600

□ 개선효과

○ 지하철 이동 편의시설의 지속적 확대를 통한 E/L 913대, E/S 2,200대 (2016년) → E/L 1,800대, E/S 4,000대 (2026년)

○ 버스 배차정시성 개선 91.4% (2016년) → 93.6% (2026년)

- 위 두 가지를 통한 이용자 만족도 개선 80.8점 (2016년) → 85.0점 (2026년)

○ 중장기적으로 대중교통 수단분담율 70% 달성

(6) 보행 및 자전거

□ 추진방향

○ 전기자전거 도입 등 기존 공공자전거의 기능 개선 및 민간 공유서비스 활성화

□ 추진사항

○ 최근 서울시는 향후 도로 교통 계획 수립시 1) 보도와 자전거 도로, 2) 나눔카, 전동휠 등 친환경 · 미래형 교통수단, 3) 노상주차장, 가로공원, 4) 차도의 순서로 계획하겠다는 우선순위를 설정함

- 이에 따라 자연스럽게 차도를 감소되고 보도와 자전거도로의 비중이 높아질 것으로 전망됨

○ **자전거 이용 편의 증진을 위해 자전거 도로 높이 개선과 자전거 전용도로망 계획**

- 기존의 자전거 도로는 차도와 같은 높이로 설계되었으나, 안전하고 원활한 자전거 주행을 위해 자전거 도로를 보도와 같은 높이로 높여 차도와 물리적으로 분리하는 방향으로 전환할 예정임
- 기존 자전거 도로 이외에 자전거 전용도로망인 '자전거 하이웨이'(CRT)를 도입하여, 버스전용차로 등 도로 위 공간을 활용한 캐노피형, 한강 다리 옆을 달리는 튜브형, 녹지 위를 달리는 그린 카펫형 등 구조물과 지형 특성에 맞게 구축할 계획을 수립함

〈그림 6-19〉 보도형 CRT 개념도

○ **보행 활성화와 편의, 안전 개선 위한 대책 수립**

- 또한 보행 활성화를 위하여 1) 길의 높낮이 차와 끊김이 없는 편리한 서울 길, 2) 공간의 속도를 보행자의 속도에 맞춘 안전한 서울 길, 3) 차로 폭과 수가 줄어든 쾌적한 서울 길을 3대 기본원칙으로는 한 대책을 수립하였음
- 보행 편의와 안전을 개선하기 위해 보행환경 개선지구 및 보행자 전용길 등을 지정하여 조상하고 있으며, 보행-따릉이-나눔카-버스-지하철 등을 아우르는 맞춤형 이동경로를 알려주는 '보행-대중교통 통합연계시스템'을 구축할 예정임

〈그림 6-20〉 BMW 마일리지 프로젝트 개념도

□ 개선효과

○ 보행 및 비동력수단의 수송분담율을 중장기적으로 18%로 상향

○ 인구 10만 명당 보행 사망자 수: 1.67명 (2018년) → 0.84명 (2023년)

3) 친환경차 보급

(1) 친환경차 보급 확대

□ **추진방향**

○ 친환경차 인프라 확대 및 정부정책 연계

□ **추진사항**

○ 서울시는 서울시 및 산하기관이 보유한 차량 중 전환이 가능한 업무용 차량을 전기·수소차로 우선 전환하는 계획을 수립하고 신규 구매 차량의 84.4%를 전기·수소차로 도입 중임

〈표 6-27〉 서울시 및 산하기관 차량보유 현황

(단위: 대)

총 보유대수	전기차(보유비율)	구매대상	구매차량	구매비율
4,822	632(13.1%)	616	520	84.4%

자료: 서울시, 2019, 2019년 전기·수소차 보급 및 인프라 확충 계획

○ 또한 연도별 전기차 보급계획을 확대하여 총 648,750백만 원의 예산으로 2025년까지 전기차 10만 대를 보급할 계획이며, 수소차는 향후 시장 도입여건을 고려하여 2022년까지 4,000대를 보급할 예정임

〈표 6-28〉 서울시 전기차 연도별 보급계획

(단위: 대)

보급계획		계	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
계		100,000	3,530	9,200	10,800	12,470	14,000	15,000	16,500	18,500
승용차		80,000	3,500	8,500	9,500	10,500	11,000	11,500	12,500	13,000
버스	대형	3,000	30	100	150	220	500	500	500	1,000
	중소형	3,000	0	100	150	250	500	500	500	1,000
중소형 트럭		14,000	0	500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500

자료: 서울시, 2019, 2019년 전기·수소차 보급 및 인프라 확충 계획

○ 민간의 전기차 전환을 유도하기 위해 환경부가 선정한 차량을 대상으로 구매보조금을 지원하고 노후차량 폐차 후 전기차 전환 시 추가적인 보조금을 지원할 예정임

〈표 6-29〉 서울시 친환경차량 구매보조금 지원금액

(단위: 백만원/대)

구분		계	국비	시비	비고
전기차	승용일반	12~13.5	7.5~9	4.5	국비의 약 50%
	초소형	7.1	4.2	2.9	국비의 약 70%
	경형화물	16.5	11	5.5	국비의 약 50%
수소차	승용차	35	22.5	12.5	국비의 약 56%

자료: 서울시, 2019, 2019년 전기·수소차 보급 및 인프라 확충 계획

○ 전기버스 시범운영 결과에 따라 녹색교통구역 통과 노선을 중심으로 전기버스를 확대하고 경찰청의 경유버스(384대)에 대해서도 교체 수요가 발생할 경우 전기버스로 단계적 전환할 예정임

□ **개선효과**

○ 2040년 전기차 보급율 50% 및 수소차 보급률 25% 달성

○ 현재 1.9% 수준의 친환경 시내버스 비율을 2040년까지 98.4% 전환 완료

(2) 친환경차 인프라 확충

□ **추진방향**

○ 친환경차 보급 확대를 지원하기 위한 인프라 구축

□ **추진사항**

○ 친환경차 보급에 따라 충전 인프라를 확대하여 총 11,250백만원의 예산으로 2025년까지 총 2,700기의 충전기를 보급할 예정

- 전기차 급속충전기 1,250기, 완속충전기 1,450기를 보급하고 특히 공영주차장 등에 대한 급속·완속 충전기 확충을 추진할 계획임

〈표 6-30〉 서울시 전기차 충전기 확충 계획

(단위: 기)

보급계획		계	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년
충전기	급속	1,250	134	144	140	162	170	165	165	170
	완속	1,450	150	150	150	200	200	200	200	200

자료: 서울시, 2017, 2025 전기차가 편리한 도시, 서울

○ 수소차 충전소는 세부 계획이 수립과정에 있으나 대략적으로 2019년 기준으로 수소차 591대 및 충전소 4곳 수준에서 2020년에는 수소차 1,854대 및 충전소 6곳으로 확대할 예정임

- 향후 수소차 상용화 확대시점에 맞추어 전기차 충전시설과 유사한 비율로 설치될 것으로 전망됨

□ **개선효과**

○ 2050년까지 전기차 전환대상 차량 2,556,794대 중 98.2%까지 보급 가능

○ 수단별로 구분 시 택시는 100%, 승용차는 98%, 버스는 97% 전환 가능

바. 에너지 수요관리 지표 요약

〈표 6-31〉 건물부문 에너지 수요관리 절감 목표

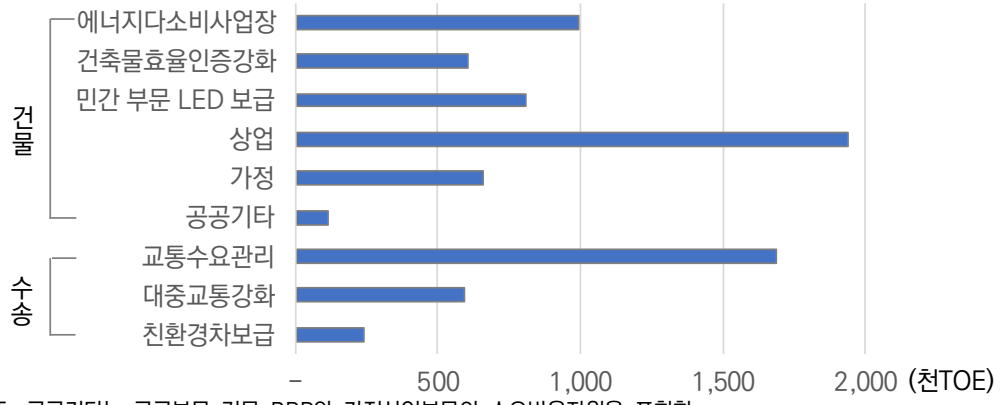
(단위: 천TOE)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
건물	공통	에너지다소비 사업장	65.2	128.1	189.0	247.8	304.7	359.6	607.9	817.4	994.2
		건축물효율인증 강화	28.9	57.7	86.6	115.5	144.3	173.2	317.5	461.8	606.2
		민간 부문 LED 보급	79.6	159.1	238.7	318.2	397.8	477.3	580.6	683.9	807.8
	공공	사회복지시설 BRP	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.5	8.0	10.5	12.5
		공공건물 BRP	1.4	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0	6.3	13.4	28.4
		공공임대주택 BRP	3.0	6.0	9.0	12.1	15.1	18.1	33.2	48.2	63.3
	상업	상업건물 BRP	92.3	184.6	276.8	369.1	461.4	553.7	1,015.1	1,476.5	1,937.9
	가정	주택 BRP	6.6	13.3	19.9	26.6	33.2	39.9	73.1	106.4	139.6
		에코마일리지	150.0	152.0	154.0	156.1	158.2	160.3	171.3	183.1	195.7
		친환경보일러	33.6	37.6	42.1	47.2	52.8	59.2	104.3	183.8	324.0
	가정상업	수요반응자원	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.22	0.78	2.74	9.67
건물 합계			461.5	742.2	1,021.2	1,298.9	1,575.2	1,850.0	2,918.2	3,987.8	5,119.2

〈표 6-32〉 수송부문 에너지 수요관리 절감 목표

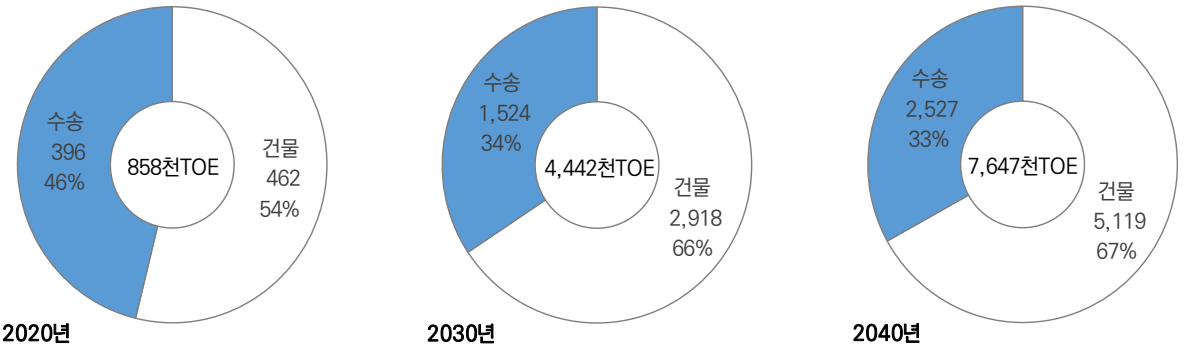
(단위: 천TOE)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
교통수요변화		교통수요변화	-	5.7	31.7	57.8	83.9	110.0	167.3	237.6	328.0
교통수요관리	승용차	기업체 교통수요관리	370.6	464.1	519.7	545.5	567.3	574.4	601.7	764.9	1,188.8
		승용차마일리지제									
		나눔카									
		승용차 평균 주행거리 감소	14.3	53.8	91.4	128.4	164.4	200.2	213.7	207.3	171.5
대중교통강화	지하철/버스	도시철도 확대	-	15.8	30.5	44.4	72.0	98.5	299.6	540.4	594.8
		중앙버스전용차로 확대									
	보행/자전거	보도율 확대									
		자전거도로 확대									
		공공자전거 이용 확대									
		개인교통수단 이용 확대									
친환경차 보급		승용차 평균 연비 개선	2.5	15.6	33.2	49.0	67.4	98.9	181.3	190.2	137.5
		일반차 점유율 감소	8.7	11.6	16.2	21.7	28.0	34.9	60.7	98.2	106.9
		전기차 점유율 증가									
		수소차 점유율 증가									
		친환경 시내버스 보급 확대									
수송 합계			396	566	723	847	983	1,117	1,524	2,039	2,527

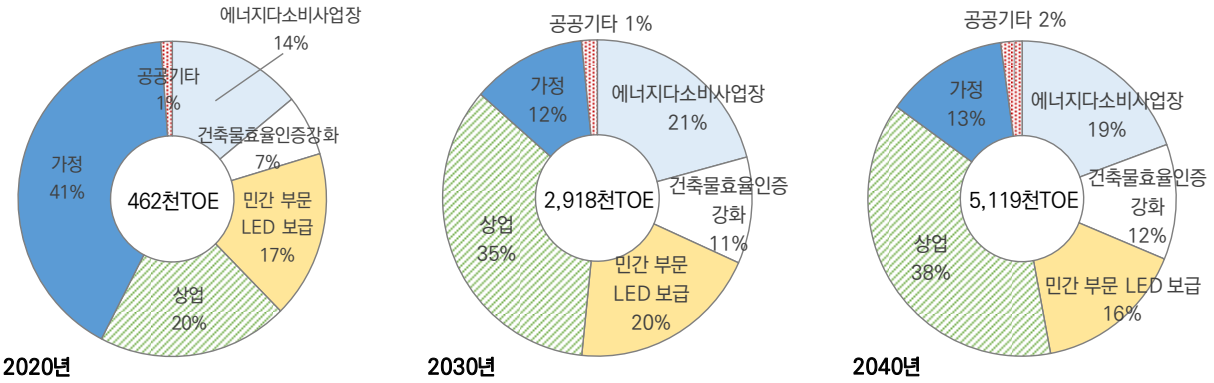


주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

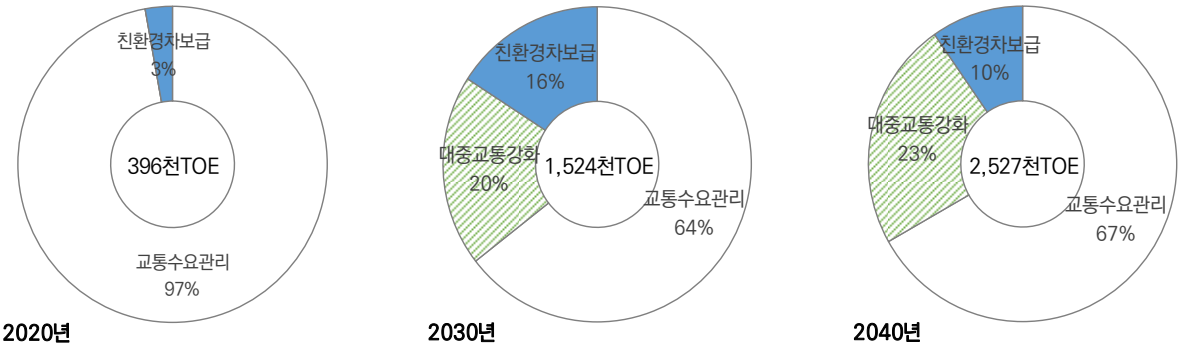
〈그림 6-21〉 2040년 수요관리 절감량 목표



〈그림 6-22〉 수요관리 비중 변화



〈그림 6-23〉 건물부문 수요관리 비중 변화



〈그림 6-24〉 수송부문 수요관리 비중 변화

제 7 장
에너지 공급 계획

가. 친환경에너지 확대
나. 미활용에너지 발굴과 이용
다. 집단에너지 공급 확대
라. 전통적 화석에너지 및 전력
마. 주요 에너지 공급 지표 요약

07 에너지 공급 계획

가. 친환경에너지 확대

1) 신재생에너지 생산가능 잠재량

○ 서울의 총 신재생에너지 생산가능 잠재량은 7,966천TOE/년임

- 공급 잠재량이 가장 높은 에너지원은 지열이며 태양열과 태양광이 다음을 차지함

○ 서울의 총 신재생에너지 생산 잠재량 대비 실제 생산량은 2018년 4.77%를 기록함

- 생산가능 잠재량 대비 실제 생산량은 바이오와 폐기물이 가장 높음

〈표 7-1〉 서울시 신재생에너지 생산가능 잠재량

구 분	생산가능 잠재량		에너지 생산량(2018년)		생산량/잠재량 (%)
	잠재량(TOE)	구성비(%)	생산량(TOE)	구성비(%)	
태양열	1,454,038	18.2	775	0.2	0.05
태양광	1,006,820	12.6	29,072	7.6	2.89
바이오	43,500	0.5	97,562	25.6	244.28
풍력	-	-	48	0.0	
수력	-	-	236	0.1	
연료전지	-	-	68,432	17.9	
폐기물	346,200	4.3	172,088	45.1	49.71
지열	5,146,058	64.4	13,334	3.5	0.26
합계	7,996,616	100.0	381,546	100	4.77

주: 공급가능 잠재량은 서울시의 여건을 고려하여 실제로 공급이 가능한 양을 산출한 것이며, 서울시 건물 및 시설의 적정 설비용량 등을 고려하여 산출한 것임. 풍력, 수력, 연료전지의 잠재량은 산출하지 않았음.

자료: 서울시, 2011, 신·재생에너지 보급 중장기 기본계획(2011~2015), 한국에너지공단, 2019, 신재생에너지보급통계, 서울시 제4차 지역에너지계획에서 재인용

2) 친환경에너지 확대 전략

(1) 태양광 확대

□ 도심 공간구조에 적합한 태양광의 지속적 확대

○ 주택형·건물형 태양광을 중점적으로 확대하는 것이 필요

- 베란다 미니태양광은 2018년 13㎿가 설치되어 전년 설치용량 5.1㎿에 비해 2.5배 증가함

- 하지만 과도한 보조금으로 인해 설치업체의 난립과 과잉경쟁이 발생하고 사용자가 태양광 설비를 효율적으로 유지·운영하도록 하는 데에 적절한 유인책을 제공하기 어려운 문제점이 발생함
- 이에 서울시는 베란다 미니태양광의 보조금 수준을 단계적으로 줄이는 계획을 세움
- 향후 서울시 태양광의 본격적인 확대를 위해서는 어느 정도 규모의 경제를 기대할 수 있는 ㎾급 건물·주택형 태양광 확대에 집중하는 것이 필요함

○ **건물에 적합한 태양광 기술개발 및 설치 지원 확대**

- 도시 공간 구조상 건물을 효과적으로 활용할 수 있도록 태양광 기술과 건물 기준을 마련할 필요 있음(예, 경기도 "태양광 예비건축물")
- 경량 태양광, 박막 태양광, 건물일체형 태양광(BIPV, building integrated PV) 등과 같은 새로운 태양광 기술개발과 보급 지원 필요

○ **건물 옥상/주차장 태양광 표준 디자인 가이드라인을 채택하여 디자인 심의절차 간소화 필요**

- 태양광 디자인 문제로 인해 태양광 사업이 진행되지 못하는 경우가 빈번하게 발생함(예, 상암동 월드컵공원, 가락동 농수산물센터 옥상 주차장 태양광 등)
- 건물, 주차장, 유휴부지 등의 '태양광 디자인 가이드라인'을 두어 심의절차 간소화 필요

○ **태양광 운영 관리 강화 및 태양광 패널 재사용/리사이클링 체계 구축**

- 태양광 운영관리는 수익성 제고는 물론, 소비자 신뢰 유지를 통해 시장 확산에 기여함
- 정부의 태양광 패널 재사용/리사이클링 계획에 맞추어 서울시 패널 수거 시스템 체계 구축 필요

□ **2040년 태양광 목표 3.5GW**

○ 2022년 1GW '태양의 도시(2017)' 목표 달성 후, 2040년까지 2.5GW 추가 보급을 목표로 설정

〈표 7-2〉 태양광 보급 용량 목표 및 에너지 절감량

구 분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
보급용량 (㎿, 누적)	583	779	1,015	1,087	1,165	1,248	1,760	2,482	3,500
발전량 (GWh)	681	910	1,186	1,270	1,360	1,457	2,055	2,899	4,088
최종에너지 절감량 (천TOE)	58.6	78.2	102.0	109.2	117.0	125.3	176.7	249.3	351.6

○ **건물·주택형 태양광 보급에 더욱 주력할 필요 있음**

- 민간건물을 활용하는 ㎾급 옥상 태양광 보급에 주력하는 방향으로 전환
- 일정 규모 이상 민간건물에 대해서는 옥상 면적, 구조 안전, 노후 정도 등을 고려하여 옥상 태양광 의무화 도입

- 다양한 비즈니스 모델 활용 (건물 옥상 태양광 펀드 조성, 소규모 분산전원 중개사업 활성화, 재산세 연계 투자비 회수 등)

○ BIPV 및 경량 태양광 보급 확대

- 건물 옥상뿐만 아니라 벽면, 유리창 등에 적용할 수 있는 태양광 신기술 투자 및 지원 확대 필요
- BIPV에 대해서 보다 우호적인 서울형 발전차액지원제도를 도입하여 태양광 확대 필요

○ 타 지자체와 협력을 통해 태양광 확대

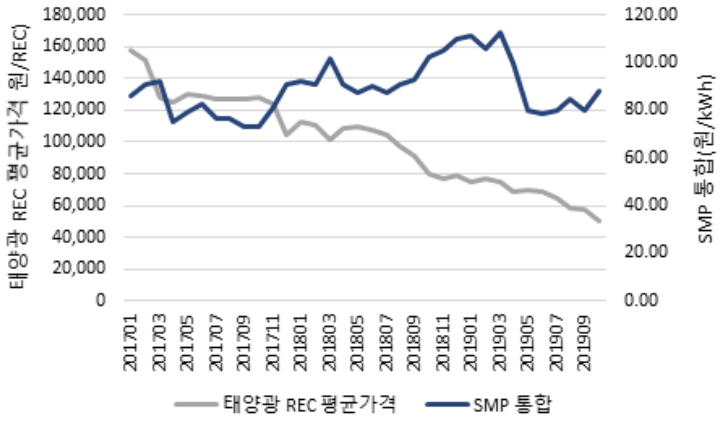
- 서울시는 그동안 타 지자체와 신재생에너지 개발을 위한 협력사업을 추진해옴
- 지역 주민참여형 태양광 사업을 통해 지역의 복리 증진과 녹색 일자리 확대에 기여

○ 중앙정부 태양광 제도개선 추진

- 최근 REC 판매가격이 큰 폭으로 하락하여 태양광의 사업성이 악화되고 있음. 이에 신재생에너지 의무도입비율(RPS) 조기 확대하여 태양광 사업의 안정성 확보 필요함

※ 현재 RPS 목표는 2023년까지 10%이지만 정부는 재생에너지 3020 목표달성을 위해 이를 28%로 상향하는 계획을 발표함. 하지만 아직 관련법 개정이 늦어지고 있음

- 도심형 소규모 태양광에 대한 지원 강화 필요 (계통연계 비용 지원, 주차장 등 도심 유휴부지 REC 가중치 인상 등)



자료: KPX, 2019

〈그림 7-1〉 태양광 REC 가격과 SMP 동향

(2) 분산에너지자원 확대

□ 연료전지 이용한 마이크로 CHP

○ 신규건물 신재생에너지 의무설치 설비에 대한 운영 보조금 혹은 일부 상업 판매 허용

- 정부의 '수소경제활성화 로드맵(2019)' 에 따른 정부 정책 활용 필요

※ 정부는 2019년 5월 1일부터 발전용, 가정용, 건물형 연료전지 가스요금을 종전 13.16원/MJ에서 12.30원/MJ으로 6.5% 인하함[50)]

○ 현재 디젤발전기를 비상발전기로 사용하고 있지만, 장기적으로는 건물형 마이크로 CHP를 주 에너지원(열 · 전기)으로 사용하고 전기 그리드를 비상발전기로 사용하는 방향으로 전환 필요

※ 현재 서울시 건물 비상발전기 용량은 5.7GW이며 점검 시를 제외하고는 거의 사용하지 않음

□ 집단에너지

○ 우리나라는 집단에너지를 분산형전원으로서 법률로 규정하고 있음(집단에너지사업법 개정, 2017.11.28)

제1조 (목적) 이 법은 집단에너지공급을 확대하고, 집단에너지사업을 합리적으로 운영하며, 집단에너지시설의 설치 · 운용 및 안전에 관한 사항을 정함으로써 『기후변화에 관한 국제연합 기본협약』에 능동적으로 대응하고 에너지 절약과 국민생활의 편익증진에 이바지함을 목적으로 한다.	제1조 (목적) 이 법은 분산형전원으로서의 집단에너지공급을 확대하고, 집단에너지사업을 합리적으로 운영하며, 집단에너지시설의 설치 · 운용 및 안전에 관한 사항을 정함으로써 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」에 능동적으로 대응하고 에너지 절약과 국민생활의 편익증진에 이바지함을 목적으로 한다.

○ 집단에너지사업은 주로 열병합발전으로 공급되고 있는데, 에너지 효율이 일반 발전이나 보일러를 개별적으로 이용하는 것보다 높아 미세먼지와 온실가스 배출 그리고 송배전 비용 측면에서 상당한 사회적 편익 있음

〈표 7-3〉 열병합발전의 환경적 · 경제적 편익에 관한 연구

구분	연구자	주요 내용
송배전 편익	유승훈(2017), 전기저널 482	열병합발전의 송전손실 편익 5.7원/kWh, 송전회피편익 11.8원/kWh
환경편익	신경아, 동종인 외(2017), 한국기후변화학회지 8(3)	CHP온실가스 집약도 0.44tonCO_2e/MWh, 유연탄의 경우 0.82tonCO_2e/MWh로 석탄에 비해 절반 정도의 온실가스 배출
	유승훈(2017)	가스CHP 에비해 유연탄 발전이 동일열량 기준으로 PM10은 1,350배, PM2.5는 1,838배 더 배출
	민서현(2015), 에너지공학 24(4)	열병합발전의 온배수저감 편익 48.62원/kWh

(3) 다양한 신재생에너지원 확대

□ 바이오 에너지

○ 음식물, 하수 슬러지를 이용한 바이오가스 생산은 도시의 자원순환과 온실가스 감축 측면에서 적극적으로 활용할 필요가 있음

- 서울시 바이오가스화 시설은 동대문과 송파구에 있는 음식물 바이오가스화 설비와 하수 찌꺼기를 이용한 물재생센터, 병합처리 바이오가스 생산시설이 운영 중임

50) 산업통상자원부 보도자료, 2019.05.02., “5월 1일부터 연료전지용 가스요금 신설”.

〈표 7-4〉 서울시 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황

구분	시설명	가동	처리용량 (톤/일)	바이오가스 생산 · 이용 (천㎥/년)		
				생산량	이용량	미이용량
음식물 바이오가스	동대문구 음식물 바이오가스화시설	2010	98	4,273	2,587	1,687
	송파구 음폐수 바이오가스화시설	2012	500	4,597	4,209	388
하수찌꺼기 바이오가스	서울 서남물재생센터	1987	7,949	27,272	22,032	5,241
	서울 탄천물재생센터	1987	2,863	9,515	8,474	1,040
병합처리 바이오가스	서울 중랑물재생센터	1997	5,048	29,213	26,929	2,283
	서울 난지물재생센터	1997	3,712	13,506	11,187	2,319
합계			20,170	88,376	75,418	12,958

자료: 환경부, 2019, 2017년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황

□ 소수력 확대

○ 서울시는 물재생센터, 정수장 등 작은 낙차의 수자원을 활용하여 5개소 456.5㎾의 소수력 발전 운영 중임

〈표 7-5〉 서울시 소수력 운영 현황(2018)

연번	설치 년도	장소	에너지원	설비용량	용도	운영기관
1	2013	노량진배수지	소수력 (인입 상수도 송수관)	300㎾	전력생산 (발전사업)	상수도사업본부 (자체운영)
2	2014	서남물재생센터	소수력 (방류수로)	70㎾ (35㎾×2대)	전력생산 (발전사업)	물재생시설과 (민자사업)
3	2014	중랑물재생센터	소수력 (방류수로)	16㎾ (8㎾×2대)	전력생산 (발전사업)	물재생시설과 (민자사업)
4	2016	고덕천	소수력 (하천수)	0.5㎾	전력생산 (자체사업)	강동구청
5	2018	탄천물재생센터 (운영 준비중)	소수력 (방류수로)	70㎾ (40㎾,30㎾)	전력생산 (발전사업)	물재생시설과 (민자사업)

자료: 서울시 내부자료, 2019

- 향후 영등포 · 암사 정수센터(200㎾), 잠실 수중보 북단 둔치(1,000㎾)에 소수력 발전사업 추진 예정

〈표 7-6〉 소수력 용량 목표 및 에너지 절감량

구 분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
보급용량 (㎿, 누적)	0.66	0.66	0.66	1.36	1.46	1.56	2.06	2.56	3.06
발전량 (GWh)	2.02	2.02	2.02	4.17	4.48	4.78	6.32	7.85	9.38
최종에너지 절감량 (천TOE)	174	174	174	359	385	411	543	675	807

주: 가동율을 35%로 가정함

□ 소규모 풍력

○ 서울시에는 113.7㎾의 풍력발전기 설치되어 있음

○ 최근 소형 풍력발전기의 기술개발이 많이 이루어져 다양한 용도의 소형 풍력 발전의 확대가 필요함

- 특히, 수직형 풍력 터빈은 3~5m/s 저풍속에서도 발전 가능하며 바람 방향의 영향을 크게 받지 않아 와류(turbulence)가 많은 도심 조건에 적합. 또한, 수직축 풍력 터빈은 출력 당 중량이 적으며, 소음이 적어 도시 풍력 발전기로서 많은 관심을 받고 있음

자료: 이홍원, 2017, 소형풍력발전의 현황과 요소기술. RESEAT 보고서

〈그림 7-2〉 수평축 풍력 터빈

자료: 이홍원, 2017, 소형풍력발전의 현황과 요소기술. RESEAT 보고서

〈그림 7-3〉 수직축 풍력 터빈

〈표 7-7〉 소규모 풍력발전기 설치현황

연번	설치기관	년도	설치위치	대수	단위용량 (Wp)	합계 (Wp)	비고
1	광암아리수정수센터	2010	아리수정수센터	1	300	300	하이브리드 보안등
2	한강사업본부	2010	여의도 · 샛강(16), 난지(17), 뚝섬(2)	35	300	10,500	하이브리드 보안등
3	서부공원녹지사업소	2011	하늘공원	5	10,000	50,000	풍력발전기
4	강동구	2011	허브천문공원	1	600	600	하이브리드 보안등
5	서부공원녹지사업소	2013	노을공원	4	200	800	하이브리드 보안등
6	강남구	2013	출발마당 근린공원	1	300	300	하이브리드 보안등
7	강동구	2014	고덕천 에너지테마존	5	400	2,000	하이브리드 보안등
8	구로구	2014	고척근린공원	5	400	2,000	하이브리드 보안등
9	용산구	2014	더프라임(주상복합)	2	300	600	하이브리드 보안등
10	영등포구	2015	양평유수지	1	1,300	1,300	하이브리드 보안등
11	성북구	2015	개운산공원	2	400	800	하이브리드 보안등
12	종로구	2015	KT플라자 광화문점	2	300	600	풍력보안등
13	한강사업본부	2016	뚝섬공원	15	300	4,500	하이브리드 보안등
14	한강사업본부	2016	이촌지구	42	300	12,600	하이브리드 보안등
15	송파구	2016	롯데건설(주) 제2롯데월드 고층부 오피스텔(시네마PH)	2	3000	6,000	풍력발전기
16	송파구	2016	롯데월드몰 1F 월드파크	20	500	10,000	풍력보안등
17	한강사업본부	2018	난지캠핑장	31	300	9,300	하이브리드 보안등
18	한강사업본부	2018	한강함상공원	3	500	1,500	하이브리드 보안등
합 계				177		113,700	

□ 미활용에너지

○ 미활용에너지란 하천수, 하수, 상수 및 지하수 등의 온도차를 이용한 수열에너지와 공장에서 배출되는 배열 등 지금까지 활용되지 않았던 에너지를 통칭함

- 기존 수열에너지는 해수 표층수만을 인정했으나 2019년 9월 관련법을 개정하여 하천수까지 수열의 범위를 확대함[52)]

○ 수열원을 이용한 히트펌프 냉난방

- 광역 상수 열원은 지열 히트펌프 비해 열을 보다 효율적으로 활용 가능
- 광역 상수열을 이용하는 냉난방 시스템은 기존 지열 방식이나 전기냉방 방식보다 효율적이고, 냉각탑이나 지하 파이프 공사가 필요 없다는 장점이 있음

52) 신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급, 촉진법 시행령 (대통령령 30095, 2019.9.24. 일부개정)

(4) 소각폐열 에너지 확대

□ **노원자원회수시설 소각열 활용 스팀 터빈**

○ 서울시는 2020년까지 노원자원회수시설 소각열 활용 발전설비 9.5㎿ 준공 계획(서울에너지공사)

- 연간 약 70.7GWh의 전력을 생산할 수 있으며, 발전배열은 다시 집단에너지로 이용

〈표 7-8〉 노원자원회수시설 용량 목표 및 에너지 절감량

구 분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
보급용량 (㎿, 누적)	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
발전량 (GWh)	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7	70.7
최종에너지 절감량 (천TOE)	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1

주: 가동율을 85%로 가정함

(5) 에너지 신산업

□ **에너지 프로슈머의 확대**

○ 소규모 분산전원 중개 시장, 수요반응 시장 등을 통해 분산에너지자원 확대와 분산형 에너지 인프라 구축

□ **시민참여형 에너지 산업 활성화**

○ 공유 태양광, 태양광 시민펀드, 녹색요금제도 등을 통해 시민 참여 재생에너지 확대 활성화

3) 연료전지 확대

□ **발전용 연료전지**

○ 발전용 연료전지는 「제4차 지역에너지계획」의 목표인 2035년 480㎿보다 하향된 2040년 450㎿로 목표 설정

- 부지확보 어려움, 초기 투자비용, 운영비 문제 등으로 인해 현재 발전용 연료전지는 계획보다 더디게 진행되고 있음

- 향후, 정부의 연료전지 육성 정책에 따라 시장환경이 변화될 수 있지만, 현재의 사업여건 개선에 대한 전망이 불투명하여 「제4차 지역에너지계획」보다 다소 낮은 목표인 450㎿로 목표 설정

〈표 7-9〉 발전용 연료전지 용량 목표 및 에너지 절감량

구 분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
보급용량 (㎿, 누적)	200	250	300	300	300	350	400	450	450
발전량 (GWh)	1,577	1,971	2,365	2,365	2.365	2,759	3,154	3,548	3,548
최종에너지 절감량 (천TOE)	35.8	44.7	53.7	53.7	53.7	62.6	71.6	80.5	80.5

주: 연료전지의 최종에너지 절감량은 다음과 같이 산정함
① 발전량, 열생산, 연료 투입량을 고려해 연료전지(1㎿ 열병합발전) 종합효율 계산 (85%)
② 일반 발전효율(50%, 2017년 발전연료량 및 생산량), 일반전기보일러 효율(85%)을 이용하여 동일 연료 투입당 전기와 열생산 계산
③ 연료전지 에너지생산량 - (일반 발전기 전력 생산량 + 일반보일러 열생산량) = 에너지 절감량
(이 때, 연료전지 열생산량 중 하절기 열 생산량은 제외함)

□ 건물형 연료전지

○ 건물형 연료전지는 2040년 350㎿로 목표 설정

- 건물형 연료전지 역시 초기 투자비용과 유지운영비의 문제로 보급이 부진하지만, 연료전지 가스요금이 신설되고 신재생에너지 설치의무제도에 의해 설치된 시설의 상업 운전이 확대된다면 건물형 연료전지의 경제성이 향상될 것으로 전망함
- 2030년까지 140㎿, 2040년까지 350㎿를 설치하는 것을 목표로 하여, 2040년 최종에너지 62.6천 TOE를 줄일 수 있을 것으로 추정함

〈표 7-10〉 건물형 연료전지 용량 목표 및 에너지 절감량

구 분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
보급용량 (㎿, 누적)	5	10	15	20	20	20	140	280	350
발전량 (GWh)	39	79	118	158	158	158	1,104	2,208	2,759
최종에너지 절감량 (천TOE)	0.89	1.79	2.68	3.58	3.58	3.58	25.05	50.09	62.61

주: 건물형 연료전지의 최종에너지 절감량은 발전용 연료전지 최종에너지 절감량 계산과 동일한 방법으로 산정함

나. 미활용에너지 발굴과 이용[53)]

1) 미활용 에너지 잠재량 검토

□ 하수열

○ 서울시 친환경에너지기본계획에서는 물재생센터에 총 462Gcal/h(탄천 84Gcal/h, 중랑 138Gcal/h, 서남 173Gcal/h, 난지 68Gcal/h)의 히트펌프를 설치하여 열을 공급할 계획임

- 탄천과 서남물재생센터는 주변의 지역난방시설과 연계하여 운영하고, 난지물재생센터는 기존의 지역난방공사의 열공급시설과 연계하여 설치 · 운영

○ 4개 물재생센터에서 공급 가능한 하수열은 약 202천TOE임

〈표 7-11〉 물재생센터별 하수열 현황

구 분	탄천	중랑	서남	난지	합계
시설용량(Gcal/h)	84	138	173	68	462
연간생산량(천TOE)	36.6	60.4	75.6	29.7	202.0

□ 하천수열

○ 1단계로 정수장, 취수장에 히트펌프를 설치. 2단계는 한강주변에 시설에 히트펌프를 설치하여 열을 회수하는 방안을 검토

○ 공급 가능한 하천수열은 약 5.2천TOE로 분석 됨(2단계 포함 93.2천TOE)

〈표 7-12〉 지역별 하천수열 생산잠재량(1단계 정수장, 취수장)

구 분	1단계 정수장, 취수장				
	영등포	암사	한강	풍납	합계
시설용량(Gcal/h)	2,370	31,210	5,730	12,780	52,090
연간 생산량(천TOE)	0.237	3.121	0.573	1.278	5.209

〈표 7-13〉 지역별 하천수열 생산잠재량(2단계 한강주변)

구 분	2단계 한강주변					
	풍납	잠실	여의도	이촌	용산	합계
시설용량(Gcal/h)	383,688	76,212	76,212	76,212	268,056	880,380
연간 생산량(천TOE)	38.4	7.6	7.6	7.6	26.8	88.0

주: 이용률 30% 기준

53) 한국지역난방기술주식회사, 2019, 서울시 집단에너지 인프라구축 및 신재생에너지 확대 기본계획 수립용역

○ 상수원수 수열에너지

- 하천수 취수장으로부터 정수장까지를 연결하는 도수관로의 원수를 열원으로 활용할 수 있음
- 원수 부존량 중 유량의 30%를 이용한다고 가정하면 연간 생산량은 약 288천TOE로 분석됨
- 롯데월드 타워는 2016년부터 광역상수도 원수를 이용하여 냉난방 용도로 사용하고 있음
- 롯데월드 타워의 연면적은 328,351㎡으로 수열사용 용량은 3000RT (열생산 용량으로 환산시 10.42Gcal/h)이며, 이를 연간 열생산량으로 환산할 시 91,279.2Gcal에 해당(냉난방 수요의 약 10% 를 담당하고 있다고 보도되고 있음)

〈표 7-14〉 롯데월드 타워 원수관 활용 히트펌프 시스템

설계항목	설계조건	설계항목	설계조건
활용열원	**수도권1단계 과역**	**원수유량**	**50,000㎥/일**
최저온도(통계)	3.5℃	최고온도(하계)	25℃
난방기간	11월~3월(5개월) (일평균 12hr)	냉방기간	4월~10월(7개월) (일평균 12hr)
연간 가동시간	냉방 2,520hr 난방 1,800hr	냉・난방 부하량	10.42Gcal/hr (3,000RT)

- 호텔, 컨벤션센터 등 에너지다소비 건물이 밀집되어 개발될 것으로 예상되는 '잠실 MICE' 인근에는 2200mm 원수관로가 복선으로 지나가고 있고, 팔당댐에서 취수한 원수를 관로당 약 30만톤/일 수도권 정수장에 공급 중임
- 그러므로 공급가능한 수열에너지 잠재량은 1,500Gcal/일에 해당함 이를 공급용량으로 환산하면 약 20,000RT의 용량으로 공급 가능한 수준이며 COP를 3.0으로 가정할 때 냉방에너지는 1,125Gcal/day 난방에너지는 2,250Gcal/day(93.7Gcal/h) 공급이 가능함

□ 유출지하수

○ 잠재량을 파악하기 위해서 보급 가능한 규모의 유출지하수를 450톤/일 이상으로 한정하고 가동률을 난방 운전 시에는 70%, 냉방 운전 시에는 60%로 산정함

○ 또한 유출지하수의 온도는 약 15℃ 내외로 하여 난방 운전 시에는 유출 지하수 온도차를 7℃, 냉방 운전시에는 온도차를 10℃로 산정

- 난방운전 가동시간 : 10시간 x 25일 x 5개월 =1,250시간, 부하율 70%,
- 냉방운전 가동시간 : 10시간 x 25일 x 4개월 =1,000시간, 부하율 60%

〈표 7-15〉 유출지하수 이용생산 잠재량

구 분	개소	발생량(톤/일)	기술적 잠재량(GWh/년)	시장 잠재량(GWh/년)
건축물	645개소	31,048	47.4	6.8
전력구	98개소	16,125	24.6	8.2
통신구	86개소	12,201	18.6	3.7
지하철	213개소	118,588	181.1	90.5
합계	1,042개소	177,962	271.7	109.2

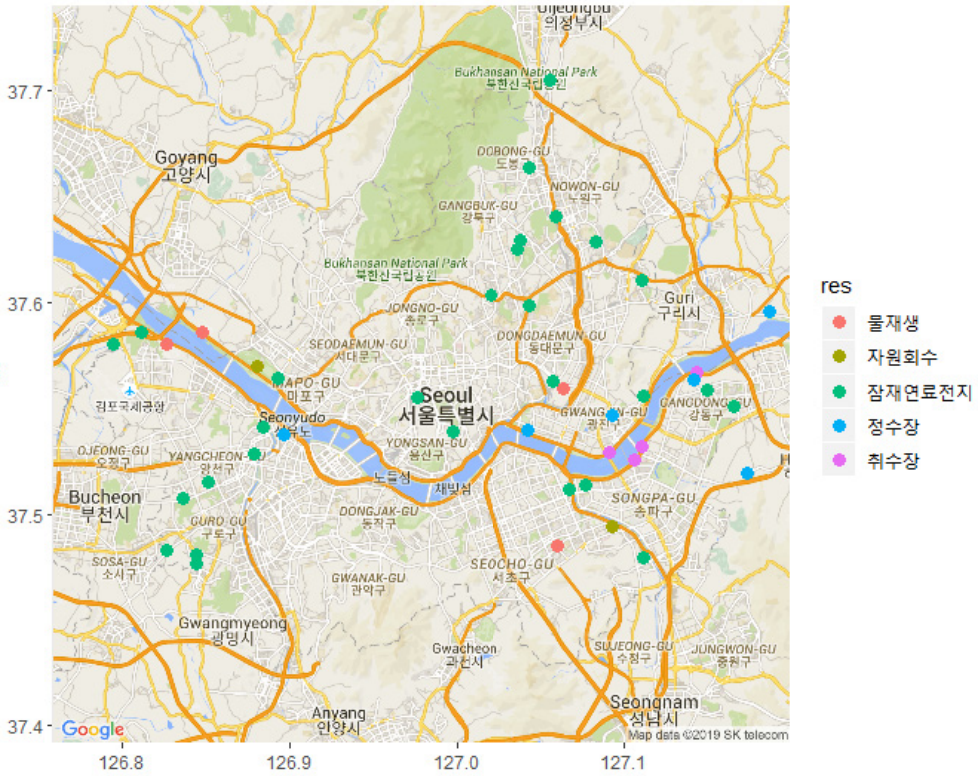
〈표 7-16〉 집단에너지 연계 가능 열원별 부존량 및 잠재량

(단위: 천TOE)

구 분	연료전지[55] (도시기반 시설 중심)		소각열	수열			유출 지하수[56]	합계
				하수열[57]	상수도 원수열[58]	하천수열[59]		
부존량	도시기반시설 중심	147.8	90	202	27 (잠실MICE 잠재량)	5.2 (2단계 93.2)	7.8	479.8
	한난연계가능 총잠재량	92.7						
	잠실MICE 잠재량30%	7.2						

2) 미활용 에너지 이용방안

○ 하천수, 하수, 지하수 등 이용 가능한 열에너지원과 연료전지 열원의 잠재량분석을 위해 주요 도시기반시설, 에너지다소비건물, 자원회수시설, 물재생센터, 정수장, 취수장 등을 나타내면 다음 지도와 같음



〈그림 7-4〉 서울시 미활용에너지 열원별 위치

55) 연료전지(열 배관망에서 먼 건물, 유휴지 등 제외, 도시기반시설 중심)
56) 유출지하수(부존량 중 50% 이용)
57) 하수열(중랑제외)
58) 원수(자량, 암사제외)
59) 하천수열(구의, 용산제외)

○ 서울시에서 집단에너지와 연계하여 이용 가능한 신·재생 및 미활용에너지 잠재량은 약 479.8천TOE임

□ **하수**

○ 물재생센터 중 중랑을 제외하고 3개 센터가 지역난방 공급권역에 있어 집단에너지와 연계하여 하수열 이용할 수 있음

○ 하수로부터 열을 회수하려면 대규모 히트펌프를 설치하여야 하는 바, 히트펌프 가동시기와 국내 전력피크가 일치하는 문제점 발생

○ 히트펌프 선정 시 전기히트펌프 외에도 가스히트펌프를 적용하는 방안도 검토해야 함

□ **하천수 및 정수장 수돗물**

○ 서울시 소재 취수장은 취수장에서 정수장에 이르는 도수관로의 거리가 짧아 상수원수로부터 열에너지를 회수할 경우 겨울철 정수장의 수온이 낮아져 가정에 도달하는 수돗물의 수온도 낮아지는 문제가 발생

- 서울시 소재 취수장으로부터 열에너지 회수하는 것은 바람직하지 않으며 서울시 정수장에서 생산한 수돗물도 마찬가지임

○ 한국수자원공사 광역상수도 상수원수의 경우 취수장에서 정수장까지 이송시간이 길어 열을 회수하더라도 지중열에 의해 회복될 가능성이 높으므로, 도수관로 상수원수의 일부만 열원으로 활용하는 것이 바람직함

□ **유출지하수**

○ 유출지하수는 상수원수나 수돗물보다 온도변화가 적어 매우 좋은 열원임

○ 유출지하수는 다른 용도로 사용하기 전에 최우선으로 미활용에너지 열원으로 활용하여 냉난방 에너지를 생산하는 것이 바람직함

○ 보도 지하에 관을 매설하여 열을 회수한 지하유출수를 통과시키면 겨울철 보도의 결빙을 방지하기 위한 열원으로도 활용가능 함

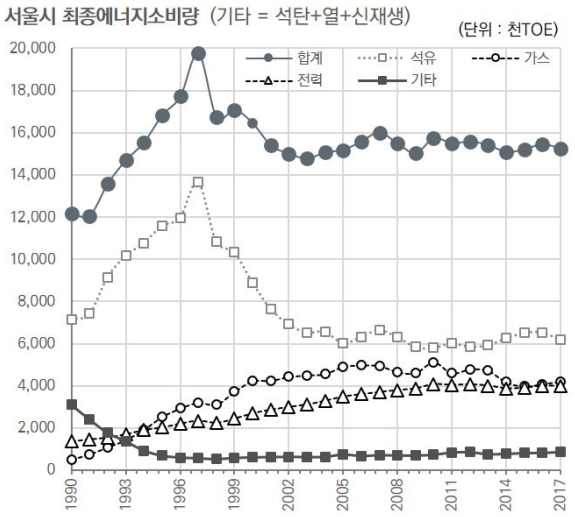
다. 집단에너지 공급 확대

1) 서울시 집단에너지 현황[65]

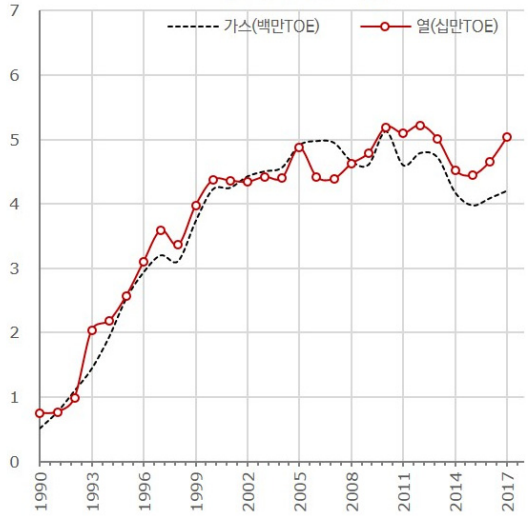
□ **서울시 에너지소비량 조사**

○ 서울시 최종에너지 소비량은 소폭의 증가와 감소를 반복하면서 안정화 되어가고 있음

○ 도시가스의 소비량은 감소 추세에 있으며, 가스에 비해 열에너지 소비량은 증가하는 경향을 보임[66]



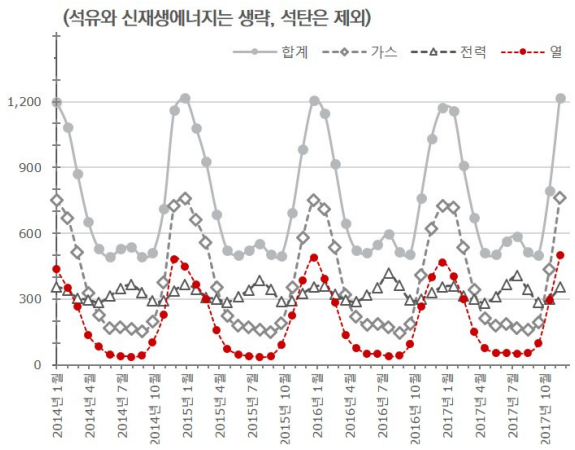
〈그림 7-5〉 서울시 최종에너지소비량



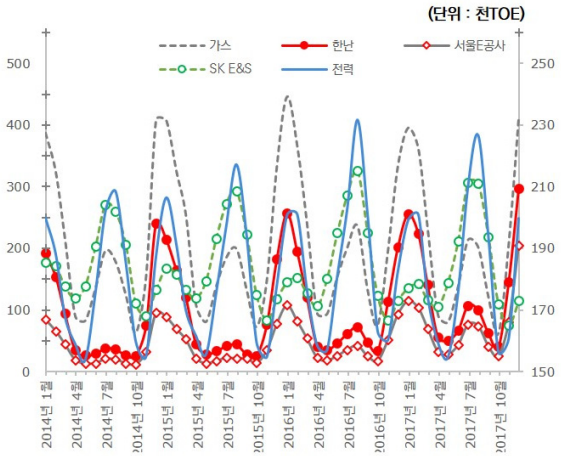
〈그림 7-6〉 서울시 도시가스 및 지역난방 소비량

○ 전력은 동절기(12월~2월) 냉방사용과, 하절기(6월~8월) 난방사용으로 인해 피크를 보임

○ 도시가스는 난방사용으로 인하여 동절기에만 피크를 보이고 있으며, 열에너지도 동절기에 피크를 보임



〈그림 7-7〉 서울시 주요 에너지 소비량



〈그림 7-8〉 업무용 에너지 소비량

65) 자료: 한국지역난방기술주식회사, 2019, 서울시 집단에너지 인프라구축 및 신재생에너지 확대 기본계획 수립용역
66) 열에너지(지역난방) 소비량은 서울시 관내 열공급 사업자로부터 제공받은 자료로 지역에너지통계연보와 차이가 있음

□ 서울시 집단에너지 보급현황

○ 서울시 집단에너지 보급현황을 살펴보면 한국지역난방공사, 서울에너지공사, SK E&C 총 3개의 공급사에서 집단에너지를 보급하고 있음

- 동남권과 서북권: 한국지역난방공사
- 동북권과 서남권: 서울에너지공사
- SK E&C: 위례(송파), 나래(강동)

〈그림 7-9〉 서울시 공급배관망(한국지역난방공사, 서울에너지공사)

□ 집단에너지 사업자 공급현황

○ 2017년 말 기준 총 32개 사업자가 61개소 사업장에서 2,812천 세대에 공급 중에 있으며, 집단에너지 시장의 70.5%를 3개 사업자가 차지하고 있음

- 이중 지역난방공사 시장규모의 점유율이 49.7%로 가장 높음

〈표 7-17〉 집단에너지 사업자 공급현황

순위	구분	사업장수(개소)	공급세대수(호)	공급비율(%)	비고
1	한국지역난방공사	20	1,398,361	49.7%	
2	GS파워	2	326,610	11.6%	안양, 부천
3	서울에너지공사	4	256,580	9.2%	노원, 신정3, 목동, 마곡
4	기타(29개 사업자)	35	830,015	29.5%	
계		61	2,811,566	100%	

□ **서울시 소재 집단에너지 사업장별 설비용량**

○ 서울시 소재 집단에너지사업자의 사업장별 설비는 2017년 말 설비현황(설치) 기준은 2,857Gcal/h, 발전용량은 129㎿임

〈표 7-18〉 서울시 소재 집단에너지 사업장별 설비용량

사업자	사업장	허가용량		설치용량	
		열(Gcal/h)	전기(㎿)	열(Gcal/h)	전기(㎿
서울에너지공사	노원	438	37	438	37
	신정3	31	6	31	6
	목동	596	24	510	24
	마곡	428	285	172	-
	소계	1,493	352	1,151	67
한국지역난방공사	수서	926	-	303	-
	일원/가락한라	369	20	365	19
	동남권유통단지	112	32	115	34
	남서울(중앙)	562	-	240	-
	상암/상암2	250	9	178	9
	소계	2,219	61	1,706	62
합계		3,712	413	2,857	129

- 설치열원 용량은 한국지역난방공사가 서울시 소재 집단에너지사업자 중 59.7%수준이며, 서울에너지공사는 40.3%임
- 설치된 전기 생산 설비는 한국지역난방공사와 서울에너지공사 양사 모두 소용량(2018년 말 기준)

2) 집단에너지의 환경개선 효과

□ 신재생에너지와 집단에너지의 환경개선 효과

○ 집단에너지의 전력생산으로 인한 온실가스 배출량은 한전계통의 절반 수준

- 한전계통 대비 집단에너지, 태양광, 연료전지의 온실가스 배출량을 살펴보면, CHP와 연료전지의 온실가스 절감효과는 각 56.2%, 47.7%

〈표 7-19〉 전력생산 온실가스 저감 효과

구분	집단에너지(CHP)	연료전지	태양광	한전계통
단위발생량(tCO_2/MWh)	0.219	0.258	0	0.459
한전계통 대비(%)	47.7	56.2	0	100

○ 집단에너지의 열 생산으로 인한 온실가스 배출량은 다른 열원에 비해 상당히 낮은 수준

- 집단에너지, 연료전지, 지열, 원수열, 하수열, 개별난방 온실가스 배출량을 살펴보면, 지역난방 전체는 개별난방 대비 온실가스 배출 저감효과가 약 40.6%임
- 지열, 원수열, 하수열은 약 30~50%의 저감효과가 나타나지만, 연료전지는 약 29.1% 가량 더 배출

〈표 7-20〉 열 생산 온실가스저감 효과

구분	집단에너지		연료전지	히트펌프			개별난방
	수도권 연계지사	PLB		지열	원수열	하수열	
단위발생량(tCO_2/Gcal)	0.155	0.276	0.337	0.13~0.18	0.13~0.18	0.13~0.15	0.261
개별난방 대비(%)	59.4	105.7	129.1	50~69	50~69	50~57	100

○ 전력원별 대기오염물질 배출량을 분석한 결과, 대기오염과 보건환경에 큰 영향을 미치는 초미세먼지 PM2.5와 미세먼지 PM10은 0.1% 수준으로만 배출되고 있음

- LNG CHP의 CO와 NOx는 한전계통대비 각각 140.3%, 23.2% 더 많이 배출
- 태양광과 연료전지는 한전계통 발전기와 비교하여 대기오염물질 배출이 0으로 나타남

〈표 7-21〉 전력생산 대기오염물질 배출량

구분	단위	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC	NH3
한전계통(A)	kg/MWh	0.100	2.359	2.931	7.884	4.589	2.831	0.012	0.001
CHP(B)	kg/MWh	0.140	0.547	0.001	0.003	0.003	0.003	0.019	0.005
CHP	한전대비 (B/A) (%)	140.3	23.2	0.0	0.0	0.1	0.1	158.4	461.7
태양광, 연료전지		0	0	0	0	0	0	0	0

○ 열원별 대기오염물질 배출량을 분석한 결과, PLB는 개별난방과 비교하여 NOx와 PM2.5 배출량이 각각 174%, 166%, 다른 오염물질 배출은 비슷한 수준

○ 히트펌프를 사용하는 지열, 원수열, 하수열은 CO, VOC, NH3의 배출량은 각각 33%, 21~31%, 6~8% 수준이지만 SOx와 TSP, PM10, PM2.5 등 먼지류의 배출수준은 훨씬 높음

- 이는 전기 히트펌프의 연료인 전력을 생산하는 과정에서 석탄발전 비중이 높기 때문임

○ 향후 태양광과 풍력 등 재생에너지 발전 비중이 높아질수록 히트펌프의 대기오염물질 배출량은 줄어들 것

- 도시지역의 연료전지 폐열사용은 에너지 효율성 제고와 대기오염 감소에 긍정적인 영향을 줄 수 있음

〈표 7-22〉 열생산 대기오염물질 배출량

구분		단위	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC	NH3
PLB		kg/Gcal	0.152	0.683	0.001	0.003	0.003	0.058	0.020	0.006
소각열 (외부열원)			0.309	1.111	0.247	0.031	0.022	0.015	0.123	0.000
히트펌프	지열		0.047	1.109	1.378	2.602 ~3.705	1.514 ~2.157	0.934 ~1.331	0.004 ~0.006	0.0003 ~0.0005
	원수열									
	하수열		0.047	1.109	1.378	2.602 ~3.075	1.514 ~1.790	0.934 ~1.104	0.004 ~0.005	0.0003 ~0.0004
연료전지			0	0	0	0	0	0	0	0
개별난방			0.142	0.392	0.001	0.003	0.003	0.035	0.019	0.005
PLB		개별난방 대비 (%)	106.6	174.0	106.6	106.6	106.6	166.3	106.6	106.6
히트펌프	지열		33.0	282.7	129,954.4	86,733.3 ~123,500	50,466.7 ~71,900	2,668.6 ~3,802.9	21.1 ~31.6	6~8
	원수열									
	하수열		33.0	282.7	129,954.4	86,733.3 ~102,500	50,466.7 ~59,666.7	2,668.6 ~3,154.3	21.1 ~26.3	6~7.5
연료전지			0	0	0	0	0	0	0	0
개별난방			100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3) 집단에너지 열 공급시설 수요전망

□ 열수요 조사

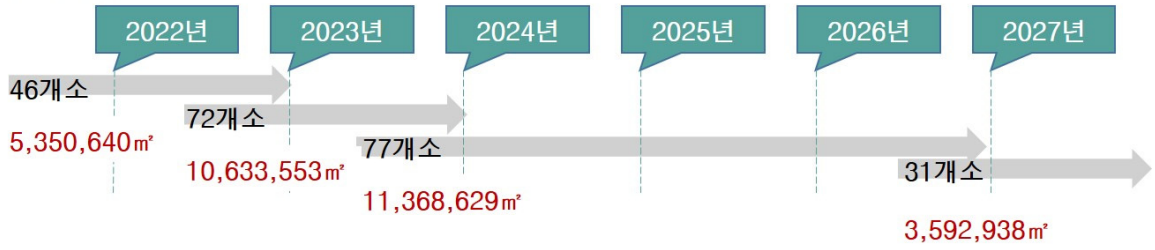
○ 서울시 집단에너지 수요조사를 위해 향후 서울시에서 추진되고 있는 전면철거방식의 주택정비사업과 도시환경정비사업, 대규모 개발사업(국제교류복합지구)을 조사함

○ 권역별 주택정비사업, 도시환경정비사업의 총 개수 및 예상 연면적은 다음과 같음

〈표 7-23〉 권역별 정비사업 개수 및 예상 연면적(㎡)

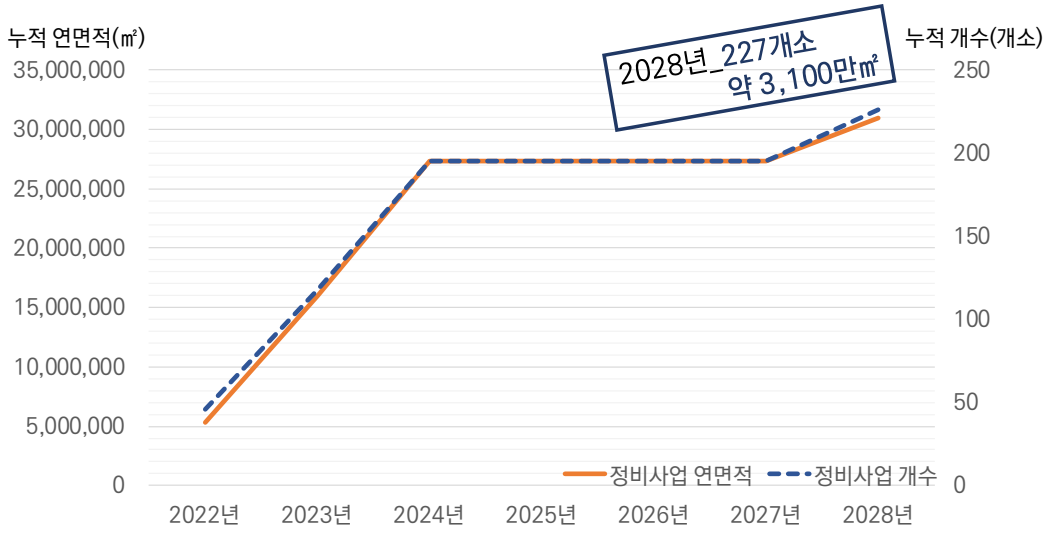
권역		구역지정		추진위구성		조합설립인가		사업시행인가		합계	
		개수	연면적	개수	연면적	개수	연면적	개수	연면적	개수	연면적
도심	주택정비	0	-	1	546,863	10	2,202,477	2	146,984	13	2,896,324
	도시환경정비			4	229,413	5	1,083,622	3	142,864	12	1,455,899
동북	주택정비	1	89,316	18	1,980,600	2	3,837,182	11	895,986	51	6,803,084
	도시환경정비			3	93,119	4	880,667	3	317,010	10	1,290,796
서북	주택정비	0	-	5	808,935	6	962,504	8	1,567,614	9	3,339,053
	도시환경정비			1	22,809	3	86,870	5	506,975	9	616,654
서남	주택정비	2	75,800	19	2,714,542	14	1,612,673	16	1,567,666	51	5,970,681
	도시환경정비			5	535,351	2	178,462	2	259,989	9	973,802
동남	주택정비	5	879,160	21	3,720,489	18	1,962,919	6	726,496	50	7,289,064
	도시환경정비			1	19,514	0	-	2	331,701	3	351,215
소계	주택정비	8	1,044,276	69	9,771,429	64	10,577,755	43	4,904,746	184	26,298,206
	도시환경정비			14	900,206	14	2,229,621	15	1,558,539	43	4,688,366
합계		8	1,044,276	83	10,671,635	78	12,807,376	58	6,463,285	227	30,986,572

➢ **연차별 예상연면적(㎡)**



〈그림 7-10〉 정비사업 연차별 예상 연면적

○ 총 227개의 주택정비사업과 도시환경정비사업의 위치를 함께 표시하면 다음과 같음



〈그림 7-11〉 주택 및 도시환경 정비사업 개수 및 연면적

〈그림 7-12〉 서울시 권역별 정비사업 단계별 위치도

□ 기존 공급지역의 단기수요(2022년) 예측

○ 열수송 배관망이 이미 형성되어 있는 자치구는 총 8개로 강남구와 송파구, 서초구, 용산구, 마포구, 서대문구, 은평구, 영등포구임

○ 한국지역난방공사 북부지사에서 수요로 예측하고 있는 공급 예정 지역 검토한 결과인 8개 자치구의 총 47개 사업장을 기존공급지역의 잠재적 수요로 고려하여 예측함

〈표 7-24〉 기존공급지역의 단기수요(2022년) 예측

자치구	공급지역			추가건립 수 (예정)
	기존	예정	추가	
강남구	13	1	1	65
송파구	10	0	5	5,674
서초구	17	2	1	112
용산구	6	11	0	0
마포구	0	0	6	646
서대문구	0	3	9	7,715
은평구	0	1	10	12,260
영등포구	5	0	15	8,610
합계	51	18	47	35,082

주: 기존공급구역, 예정: 북부지사에서 추가적으로 공급하고자 하는 구역, 추가: 기존과 예정 외 구역

□ 신규열부하 전망

○ 정비사업과 대규모 개발사업을 근거로 연도별 · 권역별 신규 열부하를 산정

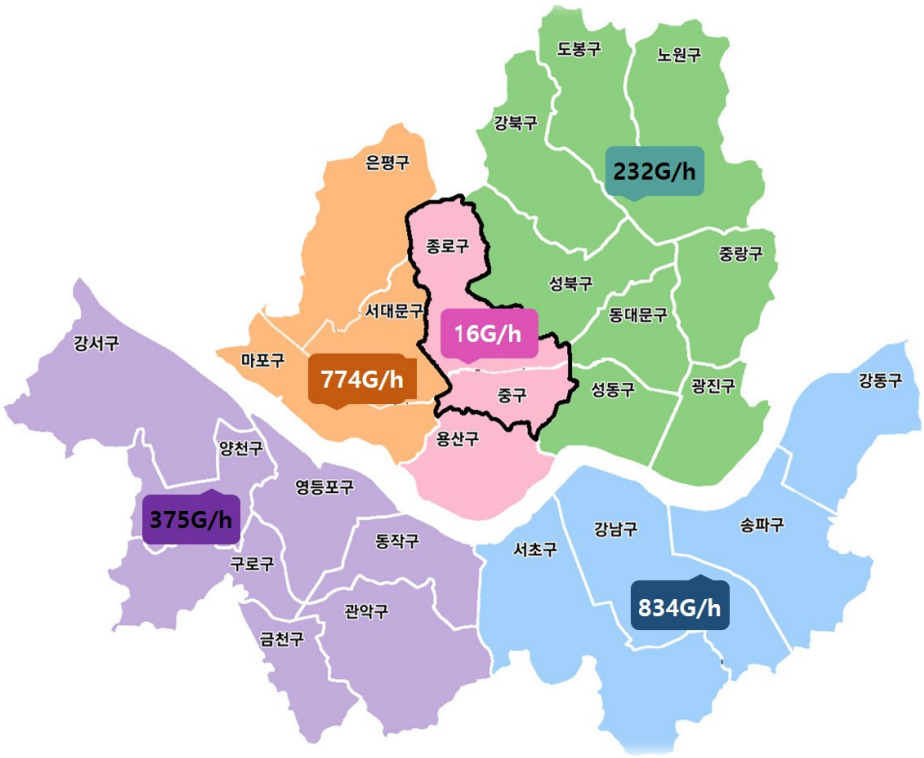
- 이에 활용된 자료는 한국지역난방공사에서 기 승인 허가 열부하와 서울연구원에서 조사한 자료 및 국제교류복합지구결정도서(서울특별시고시 제2016-208호)등을 참고하여 산정

○ 산정한 연결부하는 서울시 5개 권역의 신규 연결부하는 2028년 총 2,231Gcal/h로 예상

〈표 7-25〉 연도별 신규 누적 연결열부하(난방)

(단위: Gcal/h)

구분	2020년	2022년	2026년	2028년	비고
서남권	121	238	375	375	서울에너지공사 보고서 자료
동북권	0	0	232	232	
서북권	2	373	398	774	
동남권	332	449	788	834	MICE포함 (64.1)
도심권	0	7	9	16	
합 계	455	1,067	1,802	2,231	



〈그림 7-13〉 권역별 신규 열부하 분포

4) 집단에너지 설비용량 확충계획

□ 2025년에 집단에너지 설비 부족 예상

○ 2019년 기준 열원설비(수열포함)의 열용량으로는 2025년 이후 열원설비용량이 부족 예상

- 최대열부하는 서울시 내 열원으로 열 수송이 가능한 지역에 한하여 산정(은평제외, 지리적 제약에 따라 서울시 내 열원으로 열 공급 불가)

○ 향후 열 수요는 계속해서 증가할 것으로 예측되며, 증가한 열 수요는 PLB의 생산량비율이 급속도로 높아지게 할 것으로 예상

주: 신재생에너지 소비공급량은 고려되지 않음

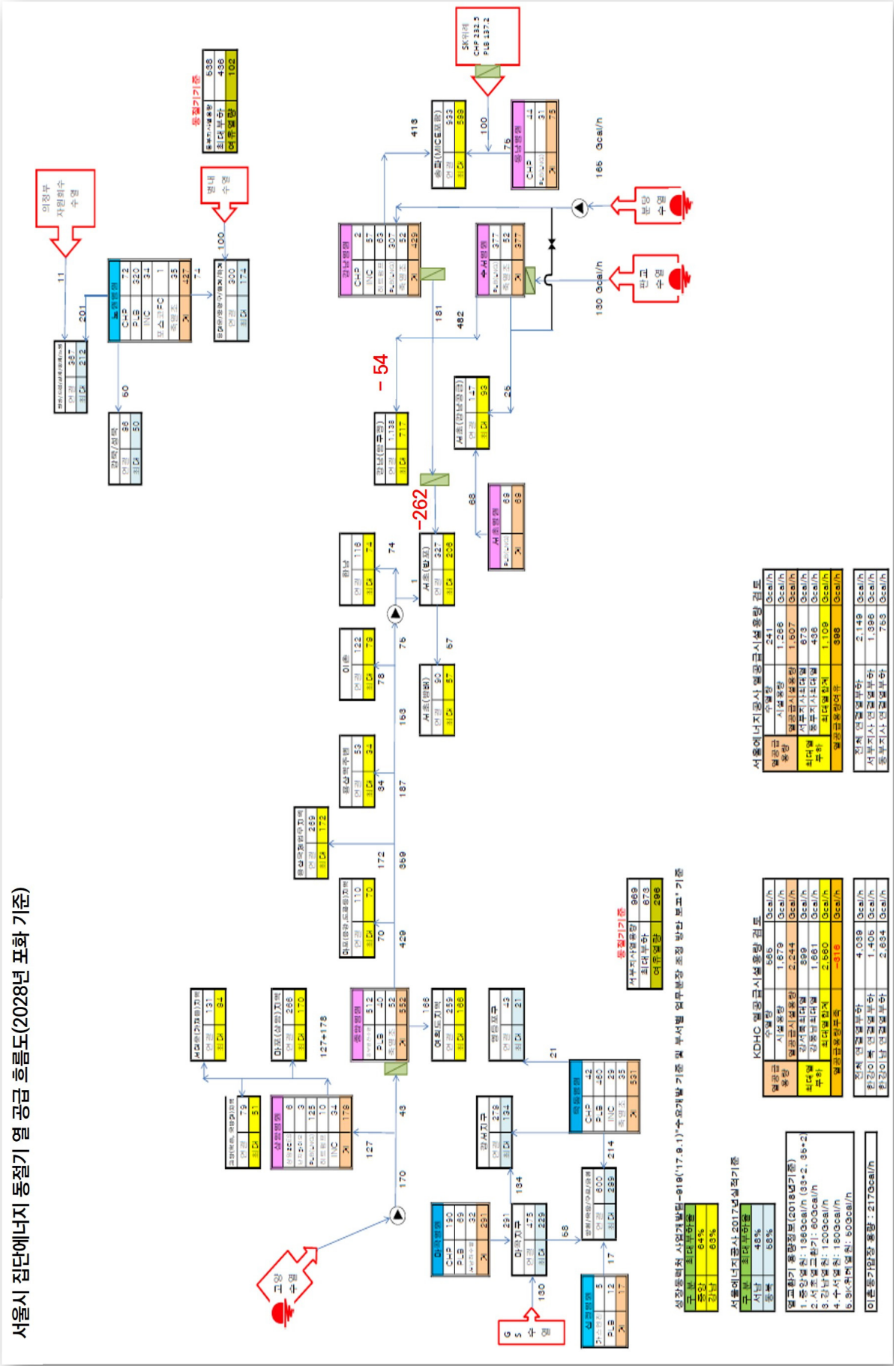
〈그림 7-14〉 서울시 집단에너지 설비 과부족

〈표 7-26〉 연도별 신규 열부하 누적을 포함한 최대 예상 열부하와 설비용량(한국지역난방공사 공급구역 기준)

(단위: Gcal/h)

구 분	2018년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	비고
연결열부하	2,432	2,507	3,577	4,040	4,040	4,040	KDHC (서울시내)
최대열부하	1,538	1,586	2,263	2,560	2,560	2,560	
시설용량	2,244	2,244	2,244	2,244	2,244	2,244	수열포함
과부족	+706	+658	-19	-316	-316	-316	
시설용량 비율	142%	141%	99%	88%	88%	88%	최대열부하 대비

주: 과부족 (-)는 시설용량이 부족함을 의미



〈그림 7-15〉 서울시 집단에너지 동절기 열 공급 흐름도

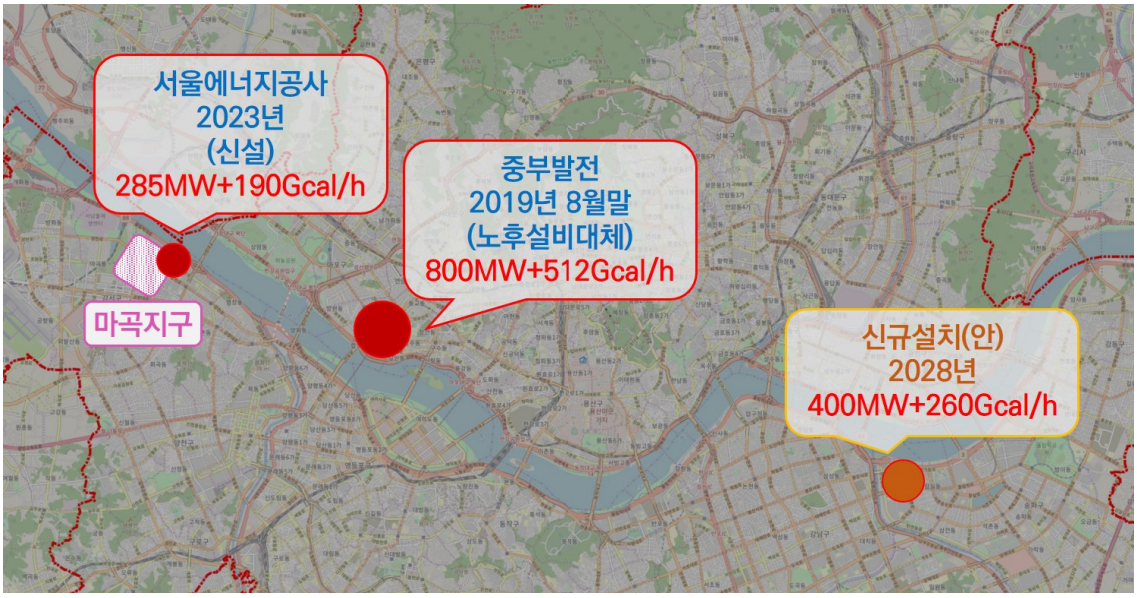
□ **서울시 대규모 신설 및 대체 CHP**

○ 서울시 냉난방 열수요의 지속적 증가가 예상됨에 따라 2028년 한국지역난방공사 예상공급 열부하 대비 현재의 시설용량으로는 동남권에 316Gcal/h의 열용량 부족이 예상

- 타 권역에는 현재 시설용량으로 열공급 가능
- 미세먼지, 온실가스에 효과가 크며, 청정연료인 LNG를 이용한 대용량 고효율의 CHP설치로 신재생에너지의 안정적 공급과 확대 필요

○ 또한, 2028년에는 기존 열원시설인 강남열원 PLB(240Gcal/h)의 노후화가 설계기준 연한에 육박(28년 경과)하므로 대체 열원의 설치 또한 필요

○ 중부발전(서울복합화력발전소)과 같은 방식의 지하화로 종합운동장개발부지 내에 설치를 고려



〈그림 7-16〉 대규모 신설 및 대체 CHP

□ **사업자간 열 연계를 통한 설비이용효율 극대화 필요**

○ 위례에너지서비스는 2019년 말 기준 50Gcal/h의 열량을 한국지역난방공사에 연계송열 중이며, 향후 100Gcal/h로 송열 가능(사업자 간 연계량 확대 가능)

○ 하절기 집단에너지 3사의 저가열원으로 타 사업자 공급 여유용량이 있음

〈표 7-27〉 2028년 기준 열연계 가능 시설용량 검토

(단위: Gcal/h)

구분	한국지역난방공사	서울에너지공사	위례에너지서비스	비고
냉방 최대열부하	612	265	-	
시설용량	1,144 (위례수열제외)	527	232	PLB등 고가열원 제외 기준
연계가능 시설용량	532	262	100 (송열가능량)	

라. 전통적 화석에너지 및 전력

1) 석유

□ 공급현황

○ 송유관은 지하에 매설된 설비로 기후, 시간, 교통환경 등의 영향을 받지 않는 안정적이고 경제적인 에너지 수송수단임

○ 전국 송유관 네트워크는 본사 및 8개 지사(서울, 경인, 강원, 충청, 대전, 전북, 전남, 영남)로 구성되며 총 길이는 1,200㎞에 달함

자료: www.dopco.co.kr(대한송유관광공사)

〈그림 7-17〉 전국 송유관 네트워크

□ 시설현황

○ 서울시 송유관 건설현황은 지선거리 12.7㎞에 달하며, 저유용량은 478천Bbl임

〈표 7-28〉 서울시 송유관 건설현황(2017)

지역	소유 정유사	위치	지선거리(㎞)	저유용량(천Bbl)
서울(과천)	SK	과천시 주암동	12.7	478

자료: www.petroleum.or.kr(대한석유협회)

○ 수도권 사업자별 대리점 현황은 2017년 기준 서울시는 74개소, 경기도는 67개소로 수도권에 141개소가 있음

〈표 7-29〉 수도권 사업자별 대리점 현황(2017)

(단위: 개소)

구분	SK에너지	GS칼텍스	S-OIL	현대	기타	계
서울	13	6	3	1	51	74
경기	2	2	0	1	62	67
계	15	8	3	2	113	141

자료: www.petronet.co.kr(한국석유공사 페트로넷)

○ 수도권 사업자별 주요소 현황은 2017년 기준 서울에 536개소, 경기 2,428개소, 수도권에 2,964개소가 있음

〈표 7-30〉 수도권 사업자별주유소 현황(2017)

(단위: 개소)

구분	SK에너지	GS칼텍스	S-OIL	현대	기타	계
서울	214	145	80	80	17	536
경기	860	526	360	464	218	2.428
계	874	671	440	544	235	2,964

자료: http://www.oilreport.or.kr(수급보고시스템 기준)

○ 서울시 2017년 기준 일반영업 대리점 71개소, 영업주유소 536개소의 시설이 있음

〈표 7-31〉 서울시 석유판매업소 현황(2017)

(단위: 개소)

구분	대리점				주유소		판매소				
	일반		용제				일반	용제		부생연료유	
	등록	영업	등록	영업	등록	영업	신고	등록	영업	등록	영업
2013	68	66	28	27	614	608	227	47	47	21	21
2014	75	71	28	27	596	590	221	39	34	21	19
2015	92	88	26	25	568	564	210	38	36	19	18
2016	69	67	20	19	551	542	256	26	26	28	12
2017	71	71	21	20	538	536	253	22	22	13	13

자료: www.petroleum.or.kr(대한석유협회)

2) 전력

□ 공급현황

○ 서울의 한국전력 본부는 서울본부와 남서울본부 2개로 나뉘어 있음

- 서울본부: 서울 한강 이북 14개구(중구, 종로구, 성동구, 광진구, 도봉구, 노원구, 마포구, 용산구, 동대문구, 중랑구, 은평구, 서대문구, 강북구, 성북구) 관할
- 남서울본부: 서울 한강 이남 11개구(영등포구, 강남구, 서초구, 양천구, 강서구, 강동구, 송파구, 동작구, 관악구와 경기도 과천시 송변전 계통은 광명, 과천, 하남시 포함) 관할

□ 설비현황

○ 서울시 전력공급 회선수 1,645회선, 선로긍장은 14,796 C-㎞

- 서울본부: 748 회선, 선로긍장 7,130 C-㎞, 변압기용량 6,949,799 kVA
- 남서울본부: 879 회선, 선로긍장 7,666 C-㎞, 변압기용량 5,963,970 kVA

〈표 7-32〉 서울시 전력설비 현황(2019)

구분		회선수	선로긍장(C-㎞)		지지물(본)	변압기		차량(대)
			가공	지중		대수(대)	용량(kVA)	
서울 본부	서울본부직할 (종로구, 중구)	201	330	1,057	9,265	10,114	1,234,968	26
	동대문중랑지사 (동대문구, 중랑구)	87	626	240	14,477	15,855	1,084,632	15
	서대문은평지사 (서대문구, 은평구)	84	641	395	15,721	14,457	986,162	14
	강북성북지사 (강북구, 성북구)	75	686	274	17,416	14,337	1,014,900	0
	광진성동지사 (광진구, 성동구)	111	514	429	13,240	11,170	876,631	12
	마포용산지사 (마포구, 용산구)	120	474	607	13,142	13,890	1,016,686	15
	노원도봉지사 (노원구, 도봉구)	70	447	410	11,219	9,390	735,820	23
	성동전력지사 (성동구)	-	-	-	-	-	-	-
	중부전력지사 (마포구)	-	-	-	-	-	-	-
소계		748	3,718	3,412	94,480	89,213	6,949,799	105
남서울 본부	남서울본부직할 (영등포구)	118	343	347	8,759	7,110	515,955	19
	강서양천지사 (강서구, 양천구)	125	640	592	15,528	13,249	956,410	13
	관악동작지사 (관악구, 동작구)	85	604	356	14,720	13,856	1,097,790	14
	강동송파지사 (강동구, 송파구)	156	600	840	15,567	12,414	1,015,996	15
	구로금천지사 (구로구, 금천구)	110	554	279	13,589	10,667	719,195	0
	강남지사 (강남구)	161	389	893	9,833	9,592	966,190	0
	서초지사 (서초구)	142	514	715	11,981	8,264	692,434	18
	영등포전력지사 (영등포)	-	-	-	-	-	-	-
	동서울전력지사 (하남시)	-	-	-	-	-	-	-
	강남전력지사 (강남구)	-	-	-	-	-	-	-
소계		897	3,644	4,022	89,977	75,152	5,963,970	79
합계		1,645	7,362	7,434	184,457	164,365	12,913,769	184

자료: home.kepco.co.kr(한국전력공사)

○ 변전설비 현황은 2018년 기준 서울에 49개, 남서울에 60개소로 서울시에는 109개가 있으며, 변압기 용량은 31,298MVA임

〈표 7-33〉 변전설비 현황(2018)

구분	변전소수(개)						변압기용량					
	765kV	345kV	154kV	66kV	22kV	계	765kV	345kV	154kV	66kV	22kV	계
서울	-	2	47	-	-	49	-	3,501	8,976	-	-	12,477
남서울	-	4	56	-	-	60	-	7,241	11,580	-	-	18,821
계	-	6	103	-	-	109	-	10,742	20,556	-	-	31,298

3) 가스

□ 공급현황

○ 도시가스 보급률을 살펴보면 2018년 기준 서울은 98%의 보급률을 보이고 있으며, 2012년 대비 8.2% 증가하였음

○ 수도권으로 살펴보면, 88.4%에서 92.7%로 4.3% 증가함

〈표 7-34〉 도시가스 공급 보급률(2018)

(단위: %)

시도별	회사별	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
서울	코원ES	95.2	97.5	94.4	94.5	95.2	95.4	94.0
	예스코	90.9	96.3	96.0	99.1	102.5	103.6	101.6
	서 울	93.7	95.1	96.6	97.2	97.9	98.3	98.3
	귀뚜라미	94.6	96.7	98.1	99.2	100.6	101.8	102.8
	대 륜	90.8	91.5	92.3	92.5	93.2	93.9	95.4
	소 계	**93.0**	**95.4**	**95.6**	**96.6**	**98.0**	**98.6**	**98.2**
인천	삼천리	92.3	91.4	92.6	93.4	94.3	94.8	94.4
	인 천	88.1	88.6	89.3	90.1	90.8	91.7	92.1
	소 계	**89.5**	**89.6**	**90.4**	**91.2**	**92.0**	**92.8**	**92.9**
경기	코원ES	83.2	85.2	83.0	83.0	84.1	84.6	85.7
	예스코	68.3	75.3	69.1	74.6	74.3	76.3	75.9
	서 울	81.3	81.7	83.4	84.1	85.6	87.4	87.2
	대 륜	72.7	74.2	75.7	76.2	77.3	78.8	82.1
	삼천리	88.9	90.0	90.8	91.0	91.7	92.2	91.9
	인 천	30.3	33.1	39.3	41.1	39.2	51.9	57.9
	소 계	**84.0**	**85.7**	**85.5**	**86.3**	**87.0**	**87.9**	**88.1**
수도권계		**88.4**	**90.2**	**90.2**	**91.1**	**92.0**	**92.7**	**92.7**

○ 연도별 수요가수는 2018년 기준 19,122천개이며, 3%의 증가율을 보이고 있음

〈표 7-35〉 연도별 도시가스 수요가수(2018)

구분	용도별수요가수 (천개)												
	가정용		일반용			업무용		산업용	열병합	집 단	수송용	합 계	증감률 (%)
	취사	난방	일반1	일반2	소계	난방	공조						
2012	15,054	12,228	459	11	470	220	14	14	0.65	0.26	0.17	15,760	4.0
2013	15,628	12,815	497	10	507	228	17	15	0.77	0.26	0.18	16,379	3.9
2014	16,130	13,206	498	10	509	228	16	15	0.93	0.23	0.20	16,883	3.1
2015	16,617	13,657	521	11	531	227	17	15	1.08	0.23	0.19	17,392	3.0
2016	17,177	14,181	542	11	553	224	18	15	1.19	0.22	0.19	17,971	3.3
2017	17,747	14,653	564	11	575	228	19	15	1.42	0.21	0.19	18,567	3.3
2018	18,292	15,110	577	11	588	225	19	15	1.74	0.21	0.20	19,122	3.0

○ 연도별, 용도별 공급량은 2018년 기준 1,087,868천GJ 이며, 8.3%증가율을 보이고 있음

〈표 7-36〉 연도별 용도별 도시가스 공급량(2018)

구분	용도별 공급량 (천GJ)												
	가정용		일반용			업무용		산업용	열병합	집 단	수송용	합 계	증감률 (%)
	취사	난방	일반1	일반2	소계	난방	공조						
2012	69,401	354,208	64,828	18,499	83,327	53,297	14,827	394,242	14,229	35,830	52,032	1,071,393	7.2
2013	66,632	345,706	65,752	17,859	83,611	34,378	30,062	414,627	14,045	31,587	54,366	1,075,012	1.4
2014	65,764	316,230	65,934	16,326	82,260	30,716	26,211	378,897	12,756	24,488	54,725	992,047	-7.7
2015	66,782	316,953	67,349	15,143	82,492	31,182	27,292	319,554	12,724	20,427	53,826	931,231	-6.3
2016	66,188	337,719	70,468	14,825	85,293	32,369	31,176	315,543	12,245	18,462	53,152	952,146	3.0
2017	61,454	367,193	74,691	14,941	89,632	32,464	31,843	336,662	15,784	19,191	52,477	1,006,699	6.2
2018	59,175	397,216	78,860	15,339	94,199	32,459	32,939	377,974	16,484	25,583	51,840	1,087,868	8.3

주: 2012년 하반기부터 열량범위제 시행
〈표준열량제(~2012년)〉 2007년 이전: 43.961MJ/㎥(10,500kcal/㎥ 기준)
/ 2008~2012년: 43.543MJ/㎥(10,400kcal/㎥ 기준)

□ 시설현황

○ 2018년 회사별 배관 실적은 다음과 같음

〈표 7-37〉 도시가스 사업자별 배관실적(2018)

시도별	사업자	사 업 자 자 산 분				
		본 관(m)	공급관(m)	계(m)	당해증가분(m)	증감률(%)
서울	코원ES	375,395	1,024,222	1,399,617	910	0.1
	예스코	332,320	1,502,390	1,834,710	-678	0.0
	서 울	433,572	2,427,516	2,861,088	-13,018	-0.5
	귀뚜라미	130,531	452,541	583,072	1,907	0.3
	대 륜	131,976	624,058	756,034	29,355	4.0
	소 계	1,403,794	6,030,727	7,434,521	18,476	0.2
인천	삼천리	277,060	555,564	832,624	8,783	1.1
	인 천	387,945	1,055,687	1,443,632	15,465	1.1
	소 계	665,005	1,611,251	2,276,256	24,248	1.1
경기	코원ES	558,052	1,254,950	1,813,002	42,206	2.4
	예스코	343,483	577,895	921,378	71,801	8.5
	서 울	401,101	1,123,192	1,524,293	60,152	4.1
	대 륜	309,773	619,072	928,845	79,213	9.3
	삼천리	1,740,277	3,592,433	5,332,710	193,629	3.8
	인 천	59,200	16,558	75,758	2,293	3.1
	소 계	3,411,886	7,184,100	10,595,986	449,294	4.4
수도권계		5,480,685	14,826,078	20,306,763	492,018	2.5

□ 추가계획

○ 도시가스 배관계획은 2023년까지 21,729㎞로 다음과 같음

〈표 7-38〉 도시가스 사업자별 배관계획

(단위: m)

시도별	사업자	2019	2020	2021	2022	2023
서울	코원ES	1,406,697	1,410,437	1,411,097	1,411,097	1,411,097
	예스코	1,842,209	1,844,594	1,847,949	1,850,989	1,853,969
	서 울	2,873,744	2,880,189	2,889,661	2,898,205	2,903,884
	귀뚜라미	584,986	586,521	587,697	589,432	590,472
	대 륜	761,599	765,529	767,659	770,409	772,709
	소 계	7,469,235	7,487,270	7,504,063	7,520,132	7,532,131
인천	삼천리	844,903	864,312	882,375	901,182	917,623
	인 천	1,481,204	1,517,899	1,544,467	1,571,267	1,598,216
	소 계	2,326,107	2,382,211	2,426,842	2,472,449	2,515,839
경기	코원ES	1,831,995	1,854,308	1,866,663	1,882,858	1,886,737
	예스코	957,032	1,005,769	1,047,095	1,079,571	1,111,767
	서 울	1,575,027	1,607,271	1,622,442	1,674,258	1,700,255
	대 륜	964,790	985,180	1,004,095	1,023,155	1,042,785
	삼천리	5,391,378	5,504,585	5,620,181	5,738,216	5,858,711
	인 천	77,204	77,975	78,746	79,517	80,288
	소 계	10,797,426	11,035,088	11,239,222	11,477,575	11,680,543
수도권계		20,592,768	20,904,569	21,170,127	21,470,156	21,728,513

○ 서울시 도시가스 보급률은 2023년 99.0%, 수도권은 94.0%로 전망됨

〈표 7-39〉 도시가스 사업자별 보급률 전망

(단위: %)

시도별	회사별	보급률				
		2019	2020	2021	2022	2023
서울	코원ES	95.5	96.9	97.1	99.5	99.9
	예스코	101.6	101.6	101.6	101.6	101.6
	서 울	99.3	99.8	99.2	98.0	97.4
	귀뚜라미	99.7	99.7	99.8	99.8	99.9
	대 륜	95.7	96.1	96.3	96.7	97.2
	소 계	98.7	99.1	99.0	99.0	99.0
인천	삼천리	94.6	94.9	95.2	95.5	95.8
	인 천	92.3	92.5	92.6	92.8	92.9
	소 계	93.1	93.3	93.5	93.7	93.9
경기	코원ES	85.0	86.1	88.0	91.6	92.4
	예스코	75.9	76.0	76.2	76.4	76.5
	서 울	82.9	82.6	84.2	84.9	85.6
	대 륜	83.0	84.2	85.3	86.2	87.4
	삼천리	92.2	92.6	92.9	93.2	93.5
	인 천	58.2	58.7	59.0	59.2	59.5
	소 계	87.7	88.0	88.8	89.7	90.2
수도권계		92.6	92.9	93.3	93.8	94.0

3) 석탄

□ 공급현황[67)]

○ 서울시 내에서 생산되는 석탄은 없으며, 무연탄 소비는 가정·상업부문에서 176,000톤의 소비를 보이고 있음

□ 연탄난방 가구 등의 연료전환

○ 서울시 연탄난방가구는 약 5천여 세대로 추정됨[68)]

- 연탄난방가구의 난방연료를 도시가스 등으로 대체하여 온실가스 감축 및 에너지복지를 동시 실현
- 이를 위하여 연탄난방가구의 도시가스 설비 설치비용 지원 및 연료비 지원 필요

○ 상업용 연탄의 연료전환

- 음식점 등에서 사용되는 연탄의 연료전환을 위한 홍보 강화

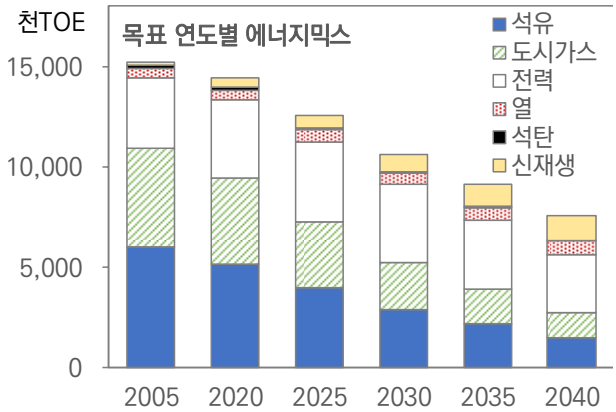
67) 에너지경제연구원, 2018, 2018 에너지통계연보
68) 조항문 외, 2014, 연탄난방 가구의 따뜻한 겨울나기-서울시 연탄난방 실태와 개선방안-, 서울연구원

마. 주요 에너지 공급 지표 요약

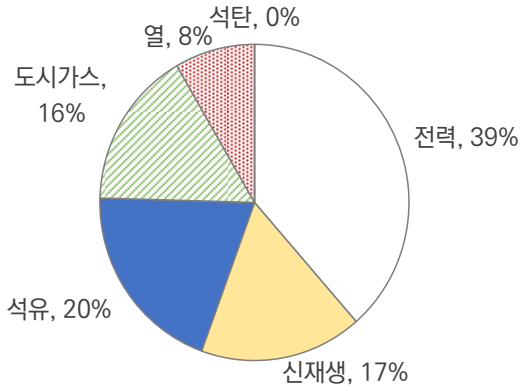
□ **2040년 신재생에너지 생산량 목표는 2,787천TOE(등가1차에너지[69]), 전력생산량 목표는 16,221GWh로 설정함**

○ 2040년 에너지믹스에서 전력이 38.6%로 가장 큰 비중을 차지함. 석유 20%, 신재생에너지 17%, 그리고 도시가스가 16%로 3가지 에너지원이 유사한 비중을 차지하고 있음

- 신재생에너지 중 대부분이 발전설비이므로 전력의 비중은 50% 이상



〈그림 7-18〉 목표 연도별 에너지믹스



〈그림 7-19〉 2040년 에너지믹스

〈표 7-40〉 신재생에너지 생산 목표(등가1차에너지)

(단위: 천TOE)

구분		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
신재생에너지	태양광	156	208	271	291	312	334	471	664	936
	태양열	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	3.85	3.85	5.39
	풍력	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.31	0.86	2.93
	소수력	0.46	0.46	0.46	0.95	1.03	1.10	1.45	1.80	2.15
	지열	11	11	11	11	11	11	15	18	21
	발전용 연료전지	361	451	542	542	542	632	722	812	812
	건물형 연료전지	9	18	27	36	36	36	253	506	632
	바이오	77	77	77	77	77	77	83	87	87
	폐기물	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	소계	670	822	984	1,013	1,034	1,146	1,602	2,145	2,551
미활용에너지	하수열	35	35	35	35	35	35	50	59	70
	잉여열 수열 지역난방 활용	78	78	78	78	78	78	78	78	78
	상수열활용 냉난방	2	2	3	4	5	5	35	62	88
	소계	115	115	116	117	118	118	164	199	236
합계		785	937	1,100	1,130	1,151	1,265	1,765	2,344	2,787

주: 폐기물에너지의 경우 신재생에너지법 개정(2019. 10. 1)으로 폐기물에너지의 정의가 "비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외"로 변경됨에 따라 동법 시행령 제2조 [별표1]에 의거하여 "폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지"인 전력만 반영함

69) 등가1차에너지란 전력 생산에 소요되는 화석연료 등의 1차에너지 환산량을 의미함

〈표 7-41〉 분산형전원과 전력생산량 목표

(단위: GWh)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
재생에너지	태양광		681	910	1,186	1,270	1,360	1,457	2,055	2,899	4,088
	풍력		0.18	0.22	0.27	0.33	0.40	0.49	1.36	3.76	12.78
	소수력		2.02	2.02	2.02	4.17	4.48	4.78	6.32	7.85	9.38
	바이오	하수슬러지	-	-	-	-	-	-	24.53	42.92	42.92
연료전지·미활용에너지	연료전지	발전용 연료전지	1,577	1,971	2,365	2,365	2,365	2,759	3,154	3,548	3,548
		건물형 연료전지	39	79	118	158	158	158	1,104	2,208	2,759
	폐열 활용	노원자원 회수시설 스팀 터빈	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74
기존발전량	화력	서울화력*	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205
		마곡CHP	-	-	-	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6
		자가 열병합	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	284.7	306.6	328.5
	신재생	폐기물	158	158	158	158	158	158	158	158	158
전력자립률		생산	6,820	7,483	8,192	9,317	9,407	9,899	12,061	14,447	16,221
		수요	48,958	49,638	50,317	50,997	51,676	52,356	52,756	50,261	46,259
		보급률	14%	15%	16%	18%	18%	19%	23%	29%	35%
분산형전원		생산	2,615	3,278	3,987	5,112	5,203	5,694	7,856	10,242	12,016
		구성비	38%	44%	49%	55%	55%	58%	65%	71%	74%
		보급률	5%	7%	8%	10%	10%	11%	15%	20%	26%
신재생 에너지		생산	2,528	3,190	3,900	4,026	4,116	4,608	6,573	8,937	10,689
		구성비	37%	43%	48%	43%	44%	47%	54%	62%	66%
		보급률	5%	6%	8%	8%	8%	9%	12%	18%	23%

주: *분산형전원 전력생산량에서 제외
구성비는 전력생산량 대비 분산형전원 및 신재생 에너지 생산량의 비율
보급률은 전력수요 대비 분산형전원 및 신재생 에너지 생산량의 비율
폐기물에너지의 경우 신재생에너지법 개정(2019. 10. 1)으로 폐기물에너지의 정의가 "비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외"로 변경됨에 따라 동법 시행령 제2조 [별표1]에 의거하여 "폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지"인 전력만 반영함

제 8 장
기타 에너지 대책

가. 에너지 복지

나. 서울시 수소경제 활성화 방안

다. 분산에너지자원과 에너지 신산업

08 기타 에너지 대책

가. 에너지 복지[70)]

1) 에너지빈곤에 대한 관심과 정책수요 증가

□ 에너지빈곤 개념

○ 에너지빈곤은 가정에서 필수적인 수준의 에너지 서비스를 이용하기 어려운 상태

○ 영국에서 처음 개념이 도입될 당시에는 난방용 연료를 주로 다루었지만, 최근에는 냉방, 조명, 가전기기 등 가정에서 사용하는 에너지서비스 전반을 포함하는 방향으로 에너지빈곤의 범위 확장[71)]

□ 에너지빈곤 해결은 정부의 주요 과제 중 하나

○ 정부는 '제1차 국가에너지기본계획'과 '녹색성장 국가전략 및 5개년 계획'을 통해 '에너지 구입비용(광열비기준)이 가구 소득의 10% 이상인 가구'를 에너지빈곤 가구로 정의[72)]

- 에너지빈곤율을 2009년 7.3%에서 2020년에는 3.5%, 2030년에는 0%(제로)로 낮추겠다는 목표를 제시[73)]

○ '제3차 녹색성장 5개년계획'과 '제3차 에너지기본계획'에서는 구체적인 에너지 빈곤율 목표를 제시하지는 않았지만, 에너지빈곤 해소를 위한 에너지 복지 정책을 주요 과제 중 하나로 선정[74)]

- 정부는 에너지바우처, 연료비 지원, 연료 지원, 주택에너지효율 개선, 신재생에너지 보급 등 다양한 사업을 추진

□ 서울시는 에너지 조례 등을 통해 정책 근거를 마련하고 에너지빈곤 해결 노력

○ 서울시에서는 「서울특별시 에너지 조례」(이하 에너지 조례)에서 에너지복지를 '경제적인 이유 등으로 에너지의 보편적 사용이 제한된 에너지빈곤층에게 생존에 필요한 최소한의 에너지 사용을 보장받을 수 있도록 제공되는 복지'로 정의

---

70) 이하에서 에너지복지와 관련된 내용은 황인창 외(2020)가 수행한 다음 연구과제의 일부를 참고하여 정리한 것임
71) Moore, R, 2012, "Definitions of fuel poverty: Implications for policy", *Energy Policy* 49: 19-26
72) 국무총리실, 2008, 제1차 국가에너지기본계획: 2008~2030
73) 녹색성장위원회, 2009, 녹색성장 국가전략 및 5개년계획(요약본), 산업통상자원부, 2014, 제2차 에너지기본계획
74) 관계부처합동, 2019, 제3차 녹색성장 5개년계획, 산업통상자원부, 2019, 제3차 에너지기본계획

- ‘에너지빈곤층’은 ‘「국민기초생활 보장법」에 따른 기초생활보장수급권자 및 차상위계층’으로 정의
- 서울시 저소득가구 에너지소비 실태조사[75] 결과 기초생활보장수급권자 및 차상위계층 이외에도 에너지빈곤을 겪는 가구가 많았는데, 조례의 ‘에너지빈곤층’ 정의를 기타 저소득가구(예를 들어 가구원 수별 중위소득의 50%이하)도 포함하는 방향으로 수정 필요

○ **서울시는 에너지 조례를 개정하여 에너지복지 사업의 제도적 근거 마련**

- 서울시는 2018년과 2019년에 에너지 조례를 개정하면서 에너지복지 사업과 에너지빈곤 실태조사를 위한 제도적 근거 마련
- 조례에서 언급한 에너지복지 사업에는 에너지 공급 지원에 관한 사업, 신·재생에너지 설치사업, 에너지효율화 사업, 에너지복지 증진을 위한 연구·조사 등이 포함
- 조례에서 실태조사는 에너지빈곤 가구의 주거환경과 에너지 수요 등에 대한 조사를 포함하도록 함
- 조례에 따라 서울시는 2017년에 서울시 거주 에너지빈곤 6,700가구를 대상으로 에너지복지 실태조사 수행[76]

○ **서울에너지복지시민기금을 설립하여 저소득가구 지원**

- 서울시에서는 2015년부터 서울에너지복지시민기금을 설립하여 저소득가구를 대상으로 주거에너지효율화, 고효율제품 지원, 미니태양광 지원, 혹서기 지원, 혹한기 지원 등의 에너지복지 사업을 수행
- 현재는 서울시사회복지협의회가 서울시로부터 위탁받아 사업을 수행 중이며, 연간 20억 내외의 기금(현물 포함)을 모집하고 지출
- 2018년부터는 ‘옥탑방, 고시원, 쪽방촌 거주자, 고독사 위험가구, 저소득 독거노인 등에게 냉방용품이나 의료비 등을 최대 3백만 원까지 지원’하는 ‘서울형 긴급복지’ 폭염 대책‘ 시행[77]

□ 폭염 및 한파 대응 지원

○ **서울시는 매년 여름철 · 겨울철 종합대책을 발표하여 에너지 취약계층의 폭염 및 한파 대응을 지원하고 있음**

○ **2019년 여름철 종합대책에서는 맞춤형 폭염대책을 중점 대책으로 설정하고 폭염대비 비상체제 가동과 어르신 등 폭염 취약계층 지원, 에너지 위기 대응 방안을 마련함**

- 평상시에는 폭염 상황관리 T/F를 운영하고 폭염특보 시에는 서울시 폭염종합지원상황실을 운영하여 철저한 폭염 상황관리 및 대책을 추진함
- 어르신 무더위 쉼터는 2018년 3,342개소였던 쉼터를 2019년에는 4,069개소로 늘리고 전체 경로당 일반 쉼터 의무 지정 및 연장 · 야간 쉼터 지정을 확대함
- 노숙인 · 쪽방촌 무더위 쉼터 운영도 2018년 20개소에서 2019년 26개소로 확대
- 서울형 긴급복지 폭염대책비를 별도로 편성하여 폭염으로 인해 생계가 갑자기 어려워진 가구 등에

75) 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원
76) 서울시, 2017, “2016~2017년 에너지복지 실태조사 결과보고”, 에너지시민협력과-10288.
77) 서울시 보도자료, 2019.6.5., “때 이른 무더위 ‘서울형 긴급복지’ 폭염지원 확대 ... 취약계층에 에어컨도”.

생계비, 의료비, 현물 등을 지원함

- 사회복지시설 거주 취약계층에게 여름철 냉방비 지원
- 민간기업의 기부·후원 등 사회공원활동을 통해 에너지 취약계층에게 선풍기, 쿨타월 등 여름철 생필품 지원

○ 2019년 겨울철 종합대책에서는 따뜻한 한파대책을 중점 대책으로 설정하고 한파 상황관리와 겨울철 어르신·노숙인 등 취약계층 보호 대책을 수립함

- 평시에는 한파 상황관리 자체 TF를 운영하고 한파 특보 시에는 서울시 한파종합지원 상황실을 운영하여 한파 대응 체계를 마련함
- 한파로 인해 갑작스런 위기상황에 처한 가구를 대상으로 취약계층 서울형 긴급복지 지원
- 민간자원 협력을 통해 한파 취약계층에 이불, 전기매트 등 방한 물품 지원
- 저소득층과 다자녀 가구에 소득수준에 따라 도시가스 요금 경감
- 임대아파트, 사회복지시설, 학교 등과 사회적배려대상자 가구에 지역난방 열요금 감면 지원
- 겨울철 에너지복지 지원 대상 확대를 통해 한부모가족과 소년소녀가정을 에너지 바우처 지급 대상에 포함하고 난방 에너지원을 선택적으로 구입·사용할 수 있는 겨울철 에너지바우처를 지원함

□ **에너지빈곤은 국제사회 주요 의제 중 하나**

○ 유엔에서는 '적정가격의 신뢰할 수 있는 현대적 에너지서비스에 대한 보편적 접근 보장'을 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals) 중 하나(목표 7)로 선정

○ 유럽연합에서는 모든 회원국이 에너지빈곤 상황을 지속적으로 모니터링하고 에너지빈곤 해소를 위해 정책수단을 제시할 것을 권고

- 에너지와 기후변화 정책 등 에너지 가격에 영향을 미치는 계획을 수립할 때에는 에너지빈곤에 미치는 영향을 반드시 고려하도록 하고 에너지빈곤 목표를 수립하도록 권고[78)]
- 전 세계 대도시 기후변화 협의체인 C40 Cities에서는 회원도시들이 장기 기후변화 행동계획 수립 시 에너지 접근성을 포함한 형평성 측면을 반드시 고려하도록 권고(C40, 2018)

2) 에너지복지 정책 사례

□ **미국**

○ 미국은 1976년부터 에너지부(DOE) 주관 하에 주택단열지원사업(WAP; Weatherization Assistance Program) 시행

- 저소득가구의 에너지효율을 향상시킴으로써 총 주거비용을 줄이고 복지 개선

78) Directive (EU) 2019/944 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/28/EU.

- 저소득가구의 실질적이고 영구적 에너지 관련 비용과 친환경 주택개량으로 인한 보건향상, 의료비용 등의 분야에서 절감 효과 기대
- 에너지빈곤 완화 및 주택서비스 산업 일자리 창출로 인한 경제 활성화 및 기후변화 대응에 도움

○ **미국은 또한 1981년부터 보건복지부 주관 하에 저소득가구 에너지지원 프로그램(LIHEAP; Low Income Home Energy Assistance Program) 실시**
- 에너지 부담이 큰 최하위 소득가구의 즉각적인 에너지 필요를 충족

○ **미국 LA는 기후변화 대응을 위한 GREEN NEW DEAL-Sustainable City pLAn(2019) 계획에 에너지복지 분야 포함**
- NRDC와 함께 LA에서 에너지 사용량이 가장 높은 지역에 에너지 사용량 15% 저감 및 용수 사용량을 20% 저감하는 것을 목표로 연간 150개의 빈곤한 다가구 주택을 지원
- 주정부는 해당 계획으로 대상 지역의 저소득가구들에게 연간 80만 달러 규모의 부가가치 효과가 일어날 것으로 보고 있음
- 추가로 저소득가구의 주거 안정화를 위해 2021년까지 15,000세대, 2035년까지 45,000세대의 주택을 공급할 예정

□ 영국

○ **영국은 2001년 에너지빈곤 전략 수립하여 동계 연료비 지원, 사회적 요금 경감 등 다양한 사업 진행**
- 가구총순소득의 10% 이상을 냉난방비로 사용하는 가구를 에너지빈곤으로 정의

○ **런던은 독자적인 에너지빈곤 기준을 가지고 중앙정부와 연계된 프로그램 시행**
- 에너지 공급회사로 하여금 에너지빈곤층을 위한 사회적 의무를 부담하도록 하는 법 제정하고 이를 통해 에너지 가격을 낮추도록 유도, 에너지복지 재원 확보
- 런던은 'Wamer Homes'를 모티브로 한 에너지효율화 주택을 공급하고, 저소득가구를 위한 에너지 지원 기금을 마련하여 저소득 주민들이 실질적인 비용 저감 혜택을 누릴 수 있도록 함

□ 프랑스

○ **프랑스는 법률을 통한 사회적 지원을 제도화**
- 모든 사람이 적절한 수준의 주거지에서 살 수 있는 권리를 보장하고, 가스 및 전기에 대한 권리를 명문화하여 요금 미지불 시 공급중단을 막을 수 있도록 정부지침을 수립
- 주택개선청, 환경 및 에너지관리청(ADEME) 등에서 저소득가구와 취약가구를 대상으로 에너지효율 개선사업을 진행

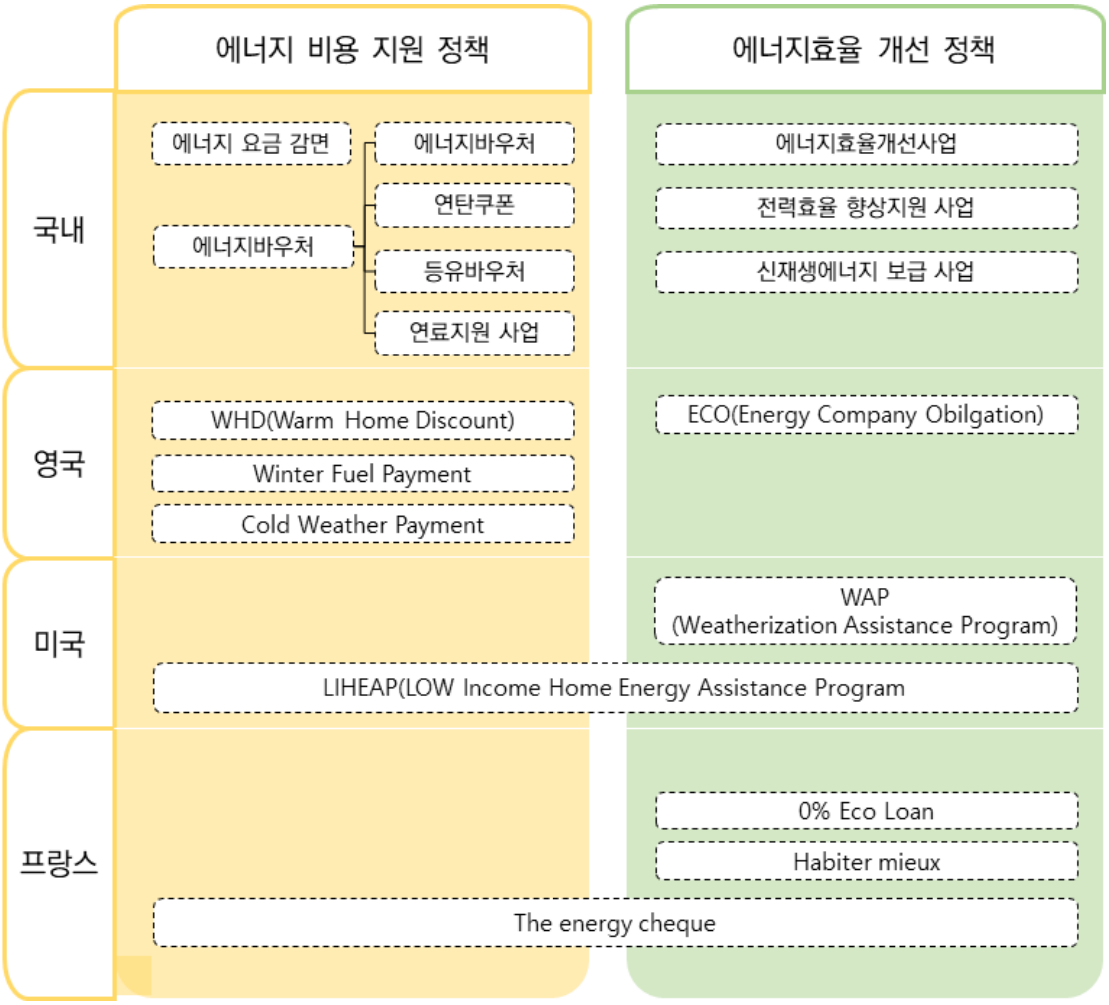
□ 기타 사례

○ **독일은 에너지절약진단정책(The Stromspar-Check Kommunal)으로 저소득가구에게 냉장고**

바우처와 에너지절약기기를 지원

- 컨설팅을 통해 에너지효율 진단 및 조언 서비스를 시행 중

○ 일본은 폭염 역시 사회보장 대상으로 보고, 2018년 4월 이후 생활보호대상자로 선정된 취약계층(노인, 영유아, 장애인 등)이 있는 가구에 에어컨 구입 및 설치비용으로 50,000엔 제공



자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈그림 8-1〉 에너지 복지 정책 사례

□ 국내 사례

○ 국내 에너지복지 정책은 크게 에너지비용 지원 정책과 에너지효율 개선 정책으로 구분할 수 있음

- 정부의 에너지복지 정책은 산업통상자원부가 총괄하며, 에너지공단과 에너지재단이 주요 사업을 수행하고 있음
- 사업에 따라 조금씩 차이는 있지만, 사업 수행기관은 지자체로부터 대상자를 추천을 받아 에너지복지 수혜 가구를 선정하고 있음
- 구체적인 사업 내용은 다음 표와 같음

〈표 8-1〉 국내 에너지복지 사업

지원항목	신청방법	내용
전기요금 감면	① 복지로 온라인신청 ② 주민등록주소지 관할 시군구 주민센터	사회적 취약계층을 대상으로 전기요금 부담완화를 위한 요금 감면 ① 기초생활수급자(생계·의료): 월 최대 16,000원 감면 ※여름철(6~8월) 월 최대 20,000원 ② 기초생활수급자(주거·교육): 월 최대 10,000원 감면 ※여름철(6~8월) 월 최대 12,000원 ③ 차상위계층: 월 최대 8,000원 감면 ※여름철(6~8월) 월 최대 10,000원 ④ 장애인(심한 장애로 등록된 장애인 한정): 월 최대 16,000원 감면 ※여름철(6~8월) 월 최대 20,000원
도시가스요금 감면	① 복지로 온라인신청 ② 주민등록주소지 관할 시군구 주민센터	사회적 취약계층을 대상으로 도시가스요금 부담완화를 위한 요금 감면 ① 기초생활수급자(생계·의료): 취사용 1,680원/월 취사·난방용: 동절기(12~3월) 24,000원/월, 그 외(4~11월) 6,600원/월 ② 기초생활수급자(주거): ①의 50% ③ 기초생활수급자(교육): ①의 25% ④ 차상위계층(차상위자활, 차상위장애, 차상위본인부담 경감, 한부모가족): ①의 50% ⑤ 차상위계층(차상위계층확인서발급): ①의 25% ⑥ 장애인(심한 장애로 등록된 장애인 한정): ①과 동일
지역난방비 감면	① 복지로 온라인신청 ② 주민등록주소지 관할 시군구 주민센터	사회적 취약계층을 대상으로 지역난방비 부담완화를 위한 요금 감면 ① 기초생활수급자(생계·의료): 월 10,000원 ② 기초생활수급자(주거·교육): 월 5,000원 ③ 차상위계층(차상위자활, 차상위장애, 차상위본인부담 경감, 한부모가족): 월 5,000원 ④ 차상위계층(차상위계층확인서발급): 해당없음 ⑤ 장애인(심한 장애로 등록된 장애인 한정): 월 5,000원
에너지바우처	① 관할 거주지 읍면동 주민센터	국민 모두가 따뜻한 겨울을 보낼 수 있도록 에너지취약계층을 위해 에너지바우처(이용권)을 지급하여 전기, 도시가스, 지역난방, 등유, LPG, 연탄을 구입할 수 있도록 지원하는 제도 기초생활수급자(생계·의료)에 해당하며, 수급자와 세대원이 다음 어느 하나에 해당할 경우 · 만 65세 이상 혹은 만 6세 미만 · 장애인, 임산부, 중증질환자, 희귀난치성질환자 가구원 수를 고려하여 가구당 차등 지급 ※ 1인 가구: 91,000원(여름 5,000원, 겨울 86,000원) 2인 가구: 128,000원(여름 8,000원, 겨울 120,000원) 3인 이상 가구: 156,500원(여름 11,500원, 겨울 145,000원) 보장시설수급자, 「긴급복지지원법」에 따른 동절기 연료비 수급자, 가구원 모두 3개월 이상 장기입원 중인 수급자, 등유나눔카드(한국에너지재단)를 발급받은 가구, 연탄쿠폰(한국광해관리공단)을 발급받은 가구 제외
연탄쿠폰	① 지자체별 광해관리공단 신청	저소득층 에너지 복지실현 및 난방비 부담 완화를 위해 연탄보일러를 사용하는 저소득층 가구를 태상으로 연탄가격 인상금액에 대한 차액만큼 '저소득층 연탄쿠폰 지원 사업' 중위소득 52% 이하인 한부모가구, 만65세 이상 독거노인, 장애인 2018년 사업 기준 가구당 406,000원 지급
등유 바우처	① 지자체별 한국에너지재단 신청	도시가스 인입이 되지 않은 낙후지역의 저소득층 생존권 보장 도시가스, 전기요금, 연탄 등의 지원은 이미 되고 있고, 에너지 비용부담이 높은 등유 기름보일러를 사용하는 저소득층 지원 기름보일러를 사용하는 기초생활수급자(생계·의료급여 수급자 중 한부모 세대 또는 소년소녀세대) 2019년 사업 기준 가구당 310,000원 상당 등유카드(등유 200리터 상당)
연료지원사업	① 지자체별 한국에너지재단 신청	정부의 '에너지바우처'제도의 손길이 미치지 않는 에너지 복지사각지대 취약계층 지원 중증질환자, 소년소녀 세대 등 에너지바우처 지원 사각지대 대상 동절기 난방에너지 구입, 난방텐트, 온수매트 등 난방물품 등 지원 (가구당 10만원 한도 내)
전기요금지원사업	① 지자체별 한국에너지재단 신청	저소득층 전기요금 지원으로 기초에너지이용 보장 및 생계 관련 안전사고 예방 특정 지역에 거주하는 가구 중 기초생활수급자, 차상위계층 또는 중위소득 80% 이하 저소득 가구 가구당 최대 30만원 한도 내 지원
저소득층 에너지효율개선 사업	① 관할 거주지 읍면동 주민센터	저소득층 거주 노후주택의 에너지효율 개선사업을 통한 에너지구입 비용 절감 단열·창호·바닥배관 등 에너지효율 시공지원, 고효율 보일러·냉방기기 등 물품지원 기초생활수급자, 차상위계층, 복지사각지대(지자체 추천) 등 저소득가구 전국 3만 가구 대상 가구당 평균 200만원(최대 300만원 이내)
취약계층 전력효율향상지원	① 지자체 직접 선정	저소득층 거주 주택의 기존 저효율 조명을 고효율 LED 조명으로 무상 교체 (국비 70%, 지방비 30% 지원)
공공임대주택 신재생에너지 보급	① 해당없음	신재생에너지(태양광, 태양열, 지열, 연료전지, 소형풍력 등) 설비 설치비용에 대한 보조금 지급(50% 이내) 매년 LH공사와 협약을 통해 LH임대주택 3천~5천가구 대상(전국)

2) 서울시 에너지빈곤 현황

□ 저소득가구 에너지소비 실태

○ 주 난방시설로 도시가스 보급률은 91.0%로 높으나 대부분 전기 제품을 보조난방으로 활용

- 전기장판 등 전기 난방기기를 주 난방시설로 사용하는 가구는 7.0%
- 보조 난방시설로는 대부분 전기장판이나 매트(69.8%)를 활용하고 있었으며, 보조 난방시설이 없는 가구는 15.6%
- 도시가스 보일러를 보조 난방시설로 사용한다는 가구가 6.3%였는데, 이들 가구는 보일러가 설치되어 있음에도 가스비 등을 이유로 전력을 주 난방에너지로 사용

〈표 8-2〉 주 난방시설

(단위: %, (사례 수))

		주 난방시설						
		사례 수	도시가스 보일러	전기장판, 매트	지역난방	중앙난방	전기보일러, 전기온돌	전기난로, 전기온풍기
응답가구 전체		(602)	91.0	6.1	1.2	0.8	0.7	0.2
유형	기초생활수급가구	(380)	87.1	8.7	1.8	1.3	1.1	0.0
	차상위계층	(119)	96.6	2.5	0.0	0.0	0.0	0.8
	기타 저소득가구	(103)	99.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈표 8-3〉 보조 난방시설

(단위: %, (사례 수))

		보조 난방시설				
		사례 수	전기장판, 전기매트	전기난로, 전기온풍기	도시가스 보일러	없음
응답가구 전체		(602)	69.8	8.3	6.3	15.6
유형	기초생활수급가구	(380)	73.7	3.4	8.7	14.2
	차상위계층	(119)	79.8	7.6	3.4	9.2
	기타 저소득가구	(103)	43.7	27.2	1.0	28.2

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

○ 에어컨 사용률은 16.9%에 불과, 소득이 낮을수록 사용률 낮아

- 냉방기기로는 대부분(99.7%) 선풍기를 활용하고 있으며, 에어컨 사용률은 16.9%

〈표 8-4〉 냉방기기

(단위: %, (사례 수), 복수응답)

		사용하는 냉방기기			
		사례수	선풍기	에어컨	없음
응답가구 전체		(602)	99.7	16.9	0.3
유형	기초생활수급가구	(380)	99.5	12.9	0.5
	차상위계층	(119)	100.0	18.5	0.0
	기타 저소득가구	(103)	100.0	30.1	0.0

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

○ 주 취사연료는 대부분의 가구(99.5%)에서 도시가스를 사용

- 보조 취사연료로는 전기를 사용하는 가구가 많았으며(67.1%), 보조 취사연료가 없는 가구는 28.2%

〈표 8-5〉 주 취사연료

(단위: %, (사례 수))

		주 취사연료			
		사례수	도시가스	부탄가스	프로판가스
응답가구 전체		(602)	99.5	0.3	0.2
유형	기초생활수급가구	(380)	99.5	0.5	0.0
	차상위계층	(119)	99.2	0.0	0.8
	기타 저소득가구	(103)	100.0	0.0	0.0

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈표 8-6〉 보조 취사연료

(단위: %, (사례 수))

		보조 취사연료					
		사례 수	전기	없음	부탄가스	프로판 가스	도시가스
응답가구 전체		(602)	67.1	28.2	4.2	0.3	0.2
유형	기초생활수급가구	(380)	65.0	28.7	5.5	0.5	0.3
	차상위계층	(119)	70.6	27.7	1.7	0.0	0.0
	기타 저소득가구	(103)	70.9	27.2	1.9	0.0	0.0

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

○ 2009년에 비해 LED조명과 에어컨 보급 증가했지만, 일반가구에 비해 크게 낮아

- 2009년과 비교하여 2019년의 저소득 가구 가전기기 보급률에서는 LED 조명과 에어컨 보급률이 증가
- 서울시 전체 가구의 평균적인 가전기기 보급률과 비교하면, 저소득가구에서는 컴퓨터, 에어컨, 조명 등의 보급률이 크게 낮음

〈표 8-7〉 가전제품 및 조명기구 보급률 및 사용시간 비교

구분	보급률(대)			평균 사용시간			
	2009년 실태조사	전체가구 (2016년)	2019년 실태조사	(단위)	2009년 실태조사	전체가구 (2016년)	2019년 실태조사
TV	1.0	1.2	1.0	시간/일	5.5	4.5	7.1
냉장고	1.0	1.8	1.0	-	-	-	-
세탁기	1.0	1.0	1.0	시간/년	164.1	216.7	140.0
선풍기	1.0	2.1	1.2	시간/년	256.8	359.2	871.5
밥솥	1.0	0.8	1.0	시간/일	8.8	10.5	11.9
보일러	n.a.	n.a.	n.a.	일/년	152.2	n.a.	108.5
컴퓨터	n.a.	0.9	0.1	시간/년	n.a.	414.8	612.5
에어컨	n.a.	0.8	0.2	시간/년	n.a.	139.9	291.9
백열등	1.7	1.7	1.4	시간/일	2.3	n.a.	2.0
형광등	2.9	7.9	2.9	시간/일	7.1	n.a.	7.2
LED조명	n.a.	12.7	3.2	시간/일	n.a.	n.a.	8.7

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

□ 서울시 저소득가구 월평균 에너지비용 지출액 36.2천원

○ 정부와 에너지사업자 등으로부터 받는 에너지요금 감면, 에너지바우처 등을 제외하고 서울시 저소득가구가 실제로 지출하는 에너지비용은 월평균 36.2천원

- 계절별로는 겨울철 지출액이 월평균 61.2천원으로 가장 높았고, 가을철 지출액은 월평균 27.9천원으로 가장 낮음

○ 차상위계층이 기초생활수급가구보다 에너지비용 지출액 낮음

- 차상위계층은 여름철을 제외하고 도시가스와 전력 등 에너지원별 지출액도 기초생활수급가구보다 낮음
- 현재 에너지복지 정책의 수혜대상과 지원규모가 대부분 기초생활수급가구에게 집중되어 있어, 에너지복지 혜택을 적게 받는 차상위계층은 에너지요금에 대한 부담으로 가구 에너지 소비를 줄인 결과

〈표 8-8〉 서울시 저소득가구 에너지비용 지출

(단위: 원/가구)

구분		에너지원별 사용 가구의 평균 지출액			총 에너지비용
		도시가스	전력	열 (지역난방)	
샘플 수		(601)	(602)	(8)	(602)
월평균 에너지비용	기초생활수급가구	19,743	16,455	17,107	36,512
	차상위계층	19,030	15,824	-	34,854
	기타 저소득가구	21,009	15,764	20,500	36,769
	응답가구 전체	19,817	16,212	17,531	36,229
봄 (19.3.~5.) (월평균)	기초생활수급가구	14,823	11,994	18,000	34,843
	차상위계층	14,887	10,962	-	35,817
	기타 저소득가구	16,398	10,946	12,000	39,292
	응답가구 전체	15,103	11,611	17,250	35,797
여름 (19.6.~8.) (월평균)	기초생활수급가구	8,105	19,688	6,429	27,912
	차상위계층	8,522	20,930	-	29,453
	기타 저소득가구	9,066	22,938	40,000	32,304
	응답가구 전체	8,351	20,490	10,625	28,968
가을 (18.9.~11.) (월평균)	기초생활수급가구	15,442	13,427	14,714	29,140
	차상위계층	14,943	11,719	-	26,662
	기타 저소득가구	14,113	10,493	10,000	24,567
	응답가구 전체	15,118	12,587	14,125	27,868
겨울 (18.12.~19.2.) (월평균)	기초생활수급가구	40,602	20,709	29,286	61,850
	차상위계층	37,769	19,685	-	57,454
	기타 저소득가구	44,460	18,680	20,000	62,903
	응답가구 전체	40,696	20,159	28,125	61,161

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

□ 서울시 저소득가구는 평균 2달 동안 냉·난방 부족을 경험, 차상위계층이 더 심각

○ 저소득층 가구의 37%가 냉방 에너지 부족

- 경제적인 이유로 냉방 에너지 부족을 경험한 가구는 전체 가구의 37.0%를 차지했으며, 평균 1개월 이상(32.1일) 냉방 에너지 부족을 경험
- 유형별로는 기초생활수급가구(30.0%)보다 차상위계층(55.5%)과 기타 저소득가구(41.8%)에서 냉방 에너지 부족을 더 많이 경험
- 가구원 중에서 장애인과 고령자를 포함한 가구일수록 냉방부족을 더 많이 경험할 가능성이 높음

○ 저소득층 가구의 39%가 난방 에너지 부족

- 난방 에너지 부족을 경험한 가구는 전체 가구의 38.9%를 차지했으며, 평균 26.7일 동안 난방 에너지 부족을 경험

- 유형별로는 냉방과 마찬가지로 기초생활수급가구(30.5%)보다 차상위계층(60.0%)과 기타 저소득가구(45.6%)가 난방 에너지 부족을 더 많이 경험
- 가구원 중에서 장애인과 고령자를 포함한 가구일수록 난방부족을 더 많이 경험할 가능성이 높음

〈표 8-9〉 냉·난방 에너지 부족 경험

		사례 수	냉방 에너지 부족 경험		난방 에너지 부족 경험	
			경험 있음(%)	부족일수 (일)	경험 있음(%)	부족일수 (일)
응답가구 전체		(602)	37.0	32.1	38.9	26.7
유형	기초생활수급가구	(380)	30.0	34.5	30.5	29.0
	차상위계층	(119)	55.5	32.2	60.0	26.0
	기타 저소득가구	(103)	41.8	25.6	45.6	21.8

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

□ 저소득가구는 폭염이나 한파로 인한 질병에 노출

○ 폭염이나 한파로 인한 질병으로 병원을 방문한 가구는 33.9%에 달했으며, 병원진료 경험자의 연평균 방문횟수는 1.2회, 본인부담 의료비는 평균 5.4천원

○ 병원 방문 경험과 의료비 지출액은 차상위계층이 다른 계층에 비해 높음

- 기초생활수급가구에 비해 다른 유형의 저소득 가구들이 한파로 인한 건강영향 경험은 더 많았지만, 병원 방문 경험이나 진료횟수 등은 더 적었는데, 기초생활수급가구에 비해 상대적으로 부족한 의료비 지원 등으로 인해 병원 방문을 꺼리거나 증세가 심한 경우에만 병원을 찾았을 가능성도 있음
- 병원진료 경험과 진료횟수는 가구원 중에서 장애인과 어르신이 포함된 가구일수록 더 많음

〈표 8-10〉 폭염이나 한파로 인한 병원 방문 경험 및 의료비 지출액

구분		폭염이나 한파로 인한 병원 방문 경험			병원 방문횟수(회)	의료비 (원)
		사례 수	있음(%)	없음(%)		
응답가구 전체		(602)	33.9	66.1	1.2	5,406
유형	기초생활수급가구	(380)	31.8	68.2	1.4	5,042
	차상위계층	(119)	42.9	57.1	1.3	7,536
	기타 저소득가구	(103)	31.1	68.9	0.7	4,291

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

□ 에너지바우처, 현물 등 지급, 에너지가격 감면, 수혜대상 확대 순으로 선호

○ 희망하는 에너지복지 정책에서는 쿠폰, 바우처, 현물 등의 지급이 45.0%로 가장 높음

- 다음으로는 에너지가격 감면(16.3%), 수혜자격 완화 등 수혜대상 확대(10.5%), 저효율가전제품 교체(7.6%) 순서
- 차상위계층에서는 저효율 가전제품 교체(15.1%), 수혜대상 확대(14.3%), 저효율 조명기기 교체(12.6%)의 선호도가 다른 유형의 가구에 비해 상대적으로 높음. 기타 저소득가구에서는 다른 유형에 비해 수혜대상 확대(17.5%)의 선호도가 상대적으로 높음

〈표 8-11〉 희망하는 에너지 복지관련 정책

(단위: %)

		희망하는 에너지 복지관련 정책(1순위)									
		쿠폰, 바우처, 현물 등 지급	에너지 가격 감면	도시 가스 인입	저효율 조명 기기 교체	저효율 가전 제품 교체	저효율 난방 기기 교체	단열 공사	창호 공사	수혜 대상 확대	재생 에너지 설비 지원
응답가구 전체		45.0	16.3	6.3	6.3	7.6	3.7	3.5	0.8	10.5	0.0
유형	기초생활수급가구	51.6	16.8	6.3	5.0	5.8	3.2	3.2	0.8	7.4	0.0
	차상위계층	28.6	14.3	6.7	12.6	15.1	5.0	2.5	0.8	14.3	0.0
	기타 저소득가구	39.8	16.5	5.8	3.9	5.8	3.9	5.8	1.0	17.5	0.0

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

3) 에너지빈곤 현황과 정책 효과

□ 총 소득 대비 에너지비용 비율

○ 총 소득 대비 에너지비용 비율 평균 4.4%, 월세 반영 시 6.7%로 증가

- 가구원 구성과 주택 특성에 따라서는 아동을 포함한 가구일 때, 여성 가구주일 때, 가구원수가 적을수록, 지하나 옥탑방에 거주할 때, 아파트에 거주할 때, 주택면적이 작을수록 소득대비 에너지비용 비율이 높음

○ 에너지복지 수혜가구는 실제로 지출하는 에너지비용에 상당하는 에너지의 양보다 더 많은 양의 에너지를 소비

- 가구별로 에너지복지 항목으로 지원받은 금액과 실제 에너지비용 지출액을 합산하여 에너지비용을 다시 산정하고 에너지비용 비율을 계산하면, 총 소득 대비 에너지비용 비율은 7.4%, 월세 제외 후 소득 대비 에너지비용 비율은 11.8%로 높아짐
- 에너지요금감면과 에너지바우처 등을 지원받는 저소득가구는 가구가 실제로 지출하는 비용에 상당하는 에너지의 양보다 더 많은 양의 에너지를 소비

○ 에너지복지 정책의 효과는 생계와 의료급여를 받는 가구에서 가장 높음

- 에너지복지 정책의 효과는 생계와 의료급여를 받는 가구에서 가장 높았는데, 이는 이들 가구에서 에너지복지 혜택을 가장 많이 받기 때문
- 생계와 의료급여를 받는 기초생활수급가구에서는 에너지복지 지원을 받음으로서 에너지복지 지원을 받지 못했을 때에 비해 소득 대비 에너지비용 비율이 절반으로 줄어 듬
- 주거와 교육급여를 받는 기초생활수급가구와 차상위계층에서는 에너지복지 지원을 받음으로서 에너지복지 지원을 받지 못했을 때에 비해 소득 대비 에너지비용 비율이 1/3정도로 줄었고, 기타 저소득가구에서는 1/10정도로 줄어드는 데 그침

〈표 8-12〉 가구특성에 따른 에너지비용 비율

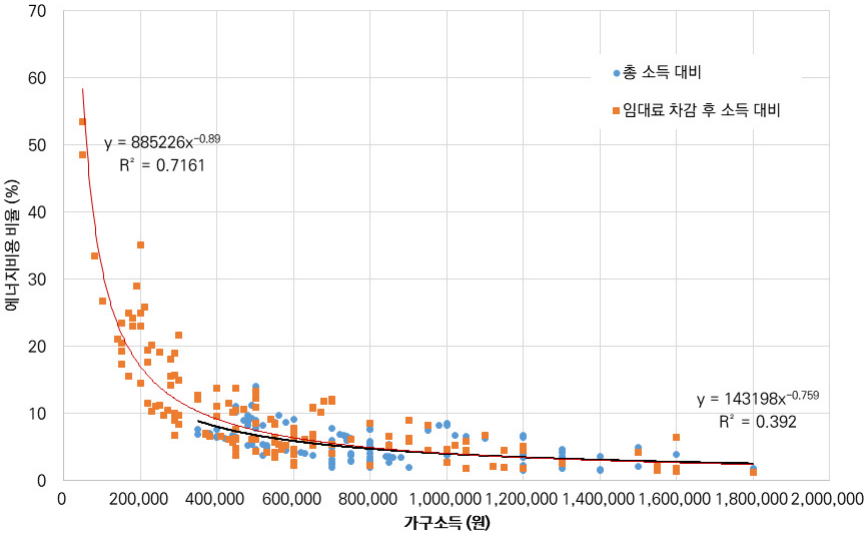
(단위: %, (사례 수))

구분		사례 수 (건)	총소득 대비 에너지비용(%)		월세 차감 후 소득 대비 에너지비용(%)	
			에너지복지 혜택 포함	에너지비용 실제 지출	에너지복지 혜택 포함	에너지비용 실제 지출
저소득 유형	기초생활수급 (생계, 의료)	313)	9.5	5.0	16.2	8.2
	기초생활수급 (주거, 교육)	67	6.1	4.0	8.9	5.9
	차상위계층	119	5.4	3.7	7.8	5.3
	기타 저소득	103	4.0	3.6	5.1	4.5
가구주의 성	남성	330	6.5	3.9	9.4	5.5
	여성	272	8.2	4.8	13.8	7.8
가구원_ 장애인	무	442	8.0	4.8	13.2	7.5
	유	160	5.7	3.4	7.8	4.6
가구원_ 고령자	무	231	6.6	4.3	10.9	6.7
	유	371	7.9	4.5	12.4	6.8
가구원_ 아동	무	107	4.3	3.1	5.3	3.8
	유	495	8.1	4.7	13.2	7.3
가구원수	1	361	8.7	5.0	15.0	8.2
	2	121	6.1	3.8	8.1	5.0
	3이상	120	4.8	3.3	6.0	4.1
주택유형	단독	109	7.4	4.9	10.9	6.9
	아파트	52	6.4	4.1	9.5	5.9
	연립	36	8.6	5.2	15.4	8.6
	다세대	402	7.3	4.2	11.9	6.5
	비주거용	3	21.7	8.9	36.6	15.2
주거 층	지상	318	6.9	4.3	9.8	6.0
	지하/옥탑	284	8.0	4.5	14.0	7.6
건축년도	1979년 이전	70	6.2	5.3	7.9	6.8
	1980년대	141	7.5	4.5	13.6	7.6
	1990년대	279	7.3	4.1	11.3	6.1
	2000년 이후	112	8.2	4.6	13.3	7.2
평수	8평 이하	124	9.0	4.8	15.5	8.4
	10평 이하	206	8.1	4.7	13.4	7.4
	12평 이하	143	6.7	4.2	9.4	5.9
	12평 초과	129	5.5	3.8	7.4	4.9
전체		602	7.4	4.4	11.8	6.7

주: 음영은 통계적으로 유의미한 값(p-value 〈 0.05)

자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

○ 소득이 낮아질수록 에너지비용 비율은 증가하며 소득이 극히 낮은 구간에서는 에너지비용 비율이 급격히 증가

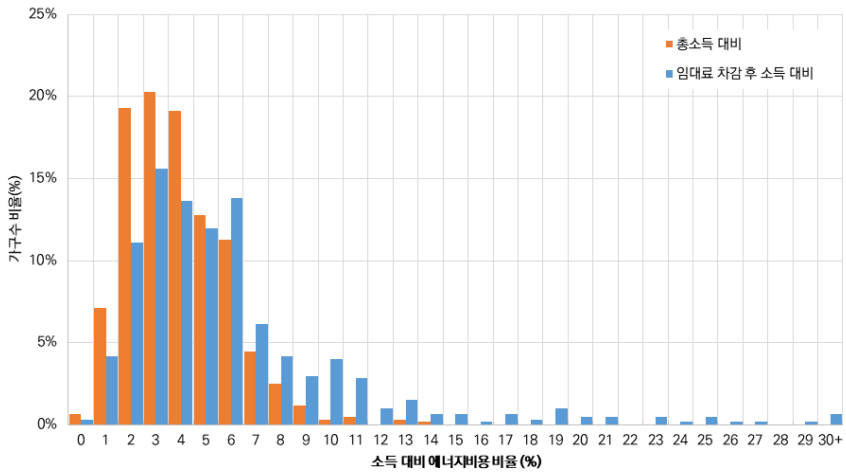


자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈그림 8-2〉 소득과 에너지비용 비율의 비선형 관계

○ 소득 대비 에너지비용 비율 분포는 대체로 3~4% 구간을 최빈값(mode)으로 한 비대칭 곡선

- 소득 대비 에너지비용 비율 분포는 에너지비용 비율이 높은 구간(최빈값의 오른쪽)에서 상대적으로 꼬리가 두껍고 긴 형태를 갖는 것이 특징
- 꼬리가 두껍고 길수록 에너지빈곤 위험에 노출된 가구가 더 많음을 의미
- 월세를 고려할 때 에너지빈곤 위험에 노출된 가구가 더 많음



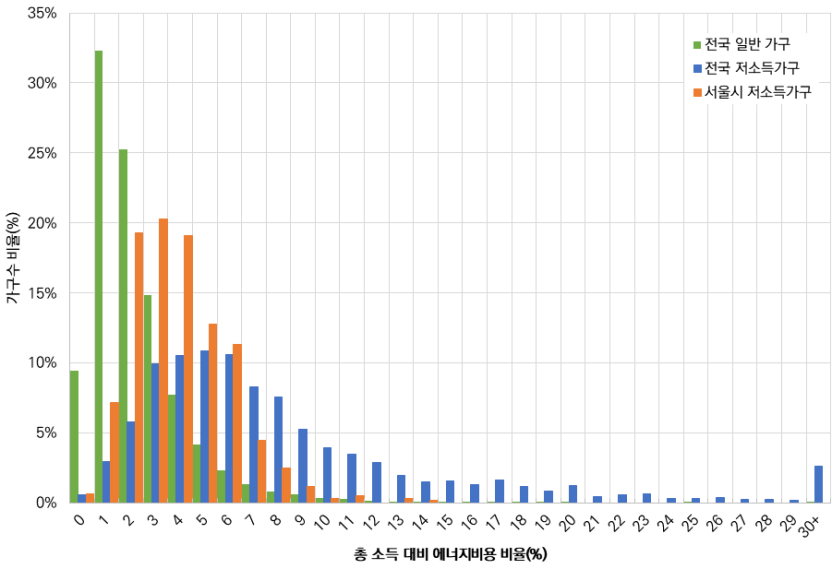
자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈그림 8-3〉 소득 대비 에너지비용 비율 분포(빈도)

□ **서울은 전국에 비해 저소득가구의 에너지비용 부담 덜해**

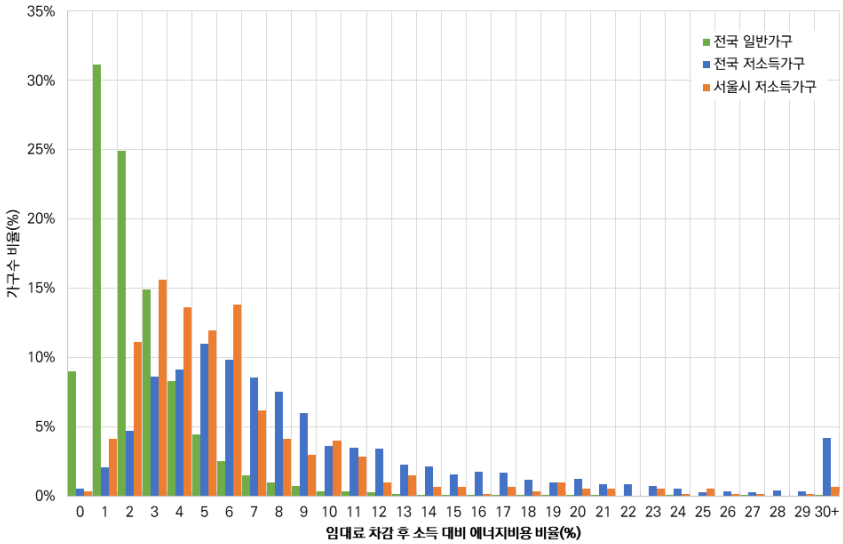
○ 전국 일반가구는 1~2% 구간, 전국 저소득가구는 5~6% 구간, 서울시 저소득가구는 3~4% 구간에서 가장 높은 빈도를 보임

- 다만, 서울시의 주거비용이 다른 지자체에 비해 높기 때문에 월세를 제외한 후의 소득을 기준으로 비교하면 전국 저소득가구와 서울시 저소득가구의 에너지비용 비율 분포 간 차이는 많이 줄어듦



자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈그림 8-4〉 전국 가구와의 비교(총 소득 대비)



자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈그림 8-5〉 전국 가구와의 비교(임대료 차감 후 소득 대비)

□ **저소득가구 3가구 중 1가구가 '숨겨진 에너지빈곤' 가구**

○ 서울시 저소득가구 중에서 현행 정부기준(TPR)에 따른 에너지빈곤율은 1.3%에 불과하나, 유럽연합이 추천하는 지표(2M) 기준에 따르면 에너지빈곤율은 12.5%

- 월세를 차감한 소득 기준으로 보면, 에너지빈곤율은 29.2%까지 높아짐

○ 서울시에서는 전체 저소득가구 3가구 중 1가구가 '숨겨진 에너지빈곤' 가구

- 생계비 부담 등의 이유로 적절한 수준 이하로 냉·난방 등을 위한 에너지비용 지출을 줄이는 가구
- 차상위계층과 기타 저소득가구 등 상대적으로 에너지복지 혜택을 적게 받는 유형에서는 숨겨진 에너지빈곤율이 높음

〈표 8-13〉 가구특성에 따른 에너지빈곤 비율(총소득 대비)

(단위: %, (사례 수))

		샘플수	에너지복지 혜택 포함 기준			실제 비용 지출 기준			
			현행 정부기준	유럽연합 기준(2M)	숨겨진 에너지빈곤 (HEP)	현행 정부기준	유럽연합 기준(2M)	숨겨진 에너지빈곤 (HEP)	부족 경험
저소득 유형	기초생활수급 (생계, 의료)	(313)	38.0	70.0	2.2	2.6	19.5	26.8	26.5
	기초생활수급 (주거, 교육)	(67)	9.0	26.9	6.0	0.0	6.0	35.8	53.7
	차상위계층	(119)	2.5	23.5	14.3	0.0	5.0	38.7	59.7
	기타 저소득	(103)	0.0	6.8	26.2	0.0	3.9	42.7	46.6
전체		(602)	21.3	45.2	9.1	1.3	12.5	32.9	39.5

주: 음영은 통계적으로 유의미한 값(p-value 〈 0.05)
자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

〈표 8-14〉 가구특성에 따른 에너지빈곤 비율(월세 차감 후 소득 대비)

(단위: %, (사례 수))

		샘플수	에너지복지 혜택 포함 기준			실제 비용 지출 기준			
			현행 정부기준	유럽연합 기준(2M)	숨겨진 에너지빈곤 (HEP)	현행 정부기준	유럽연합 기준(2M)	숨겨진 에너지빈곤 (HEP)	부족 경험
저소득 유형	기초생활수급 (생계, 의료)	(313)	55.9	78.9	2.2	23.6	40.3	26.8	26.5
	기초생활수급 (주거, 교육)	(67)	29.9	56.7	6.0	11.9	23.9	35.8	53.7
	차상위	(119)	22.7	47.1	14.3	10.9	19.3	38.7	59.7
	기타	(103)	1.9	18.5	26.2	1.0	10.7	42.7	46.6
전체		(602)	37.2	59.8	9.1	16.0	29.2	32.9	39.5

주: 음영은 통계적으로 유의미한 값(p-value 〈 0.05)
자료: 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

□ **서울시 에너지빈곤율 감소**

○ 현행 에너지복지 정책을 통해 서울시 저소득가구의 에너지빈곤율은 20~33%포인트 정도 감소할 수 있었던 것으로 추정

- 에너지복지 정책의 효과는 에너지복지 지원을 받기 전과 받은 후 에너지빈곤율이 어떻게 변화되었는지를 통해 추정할 수 있음
- 위 표에서 실제비용 지출 기준과 에너지복지 혜택 포함 기준의 에너지빈곤 비율 차이
- 그럼에도 불구하고 에너지빈곤에 처한 가구들이 여전히 많기 때문에 서울시와 정부는 추가적인 노력을 기울여야 함

4) 서울시 에너지복지 정책 제안

□ **에너지복지 정책 수혜 대상 확대**

○ 에너지복지 지원을 상대적으로 덜 받고 있는 숨겨진 에너지빈곤가구를 파악하고 이들에 대한 실질적인 지원 대책을 마련할 필요가 있음

- 서울시 저소득가구는 소득 감소와 주거비(월세) 상승으로 인해 생계부담을 크게 경험하고 있음
- 생계부담으로 인해 에너지복지 정책의 지원을 상대적으로 덜 받는 차상위계층과 기타 저소득가구 중 상당수(39~43%)는 적절한 수준 이하로 에너지비용 지출을 줄이는 선택을 하고 있음(숨겨진 에너지빈곤)
- 또한 이들 가구에서는 상대적으로 에너지부족 경험을 더 많이하고, 병원지료를 더 많이 받고 있음
- 지원 자격 완화 등을 통한 에너지복지 지원혜택 수혜에 대한 정책 요구도 높음

□ **다양한 에너지빈곤 지표 활용 에너지빈곤 실태 모니터링**

○ 소득 대비 에너지비용 비율을 기준으로 한 지표 뿐 아니라, 숨겨진 에너지빈곤을 효과적으로 파악할 수 있는 지표도 함께 사용

○ 유럽연합에서는 에너지비용 비율(2M), 숨겨진 빈곤, 에너지부족 경험, 에너지요금 체불 등 4가지 지표를 동시에 활용하고 있음[79)]

□ **여름철 냉방부족에 대한 대책 마련**

○ 최근 기후변화와 이로 인한 폭염으로 인해 저소득가구의 여름철 에너지부족은 심각한 문제

○ 실태조사 결과 여전히 서울시 저소득가구에서는 에어컨 보급률이 상당히 낮고 폭염에 대비한 적절한 대응책을 마련하지 못하고 있음

- 실제로 서울시 저소득가구 3가구 중 1가구 이상에서 여름철에 냉방에너지 부족을 경험하고 있었는데, 이는 겨울철 난방에너지 부족 경험과 유사한 비율

79) 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

- 또한 3가구 중 1가구 이상에서는 적절하지 못한 냉·난방으로 인해 발생한 건강질환(온열질환, 한랭질환)으로 병원 진료를 한 바 있음

○ 일본에서 시행하고 있는 것처럼 한계에 처해있는 에너지빈곤 가구를 대상으로 소형에어컨을 보급하고 냉방비도 함께 지원하는 사업 필요

- 중증장애인, 미취학아동, 고령자, 만성질환자 등을 포함하는 취약계층에게 우선지원

□ 에너지복지 지원 금액 상향 필요

○ 에너지빈곤으로 인한 건강영향을 개선하기 위해 에너지복지 지원 혜택을 더 높여야 함

- 가구소득, 에너지가격, 기후변화 등의 외부 여건은 앞으로도 호전될 가능성이 많지 않아 에너지복지 수요는 앞으로도 증가할 전망
- 실태조사 결과를 이용해 통계분석(다항로짓모형)한 결과, 서울시 저소득가구가 에너지빈곤에 처할 위험을 2배 줄이기 위해서는 가구당 월평균 3~4천원 정도 에너지복지 지원이 추가적으로 필요
- 현재 민간기금으로 조성되고 운영되고 있는 에너지복지시민기금 활성화 방안 마련 필요
- 서울시에서도 현재 시행하고 있는 '서울형 긴급복지 폭염대책' 대상자를 확대하는 등 서울형 에너지복지사업을 확대해나갈 필요가 있음

□ 계절별 특성을 고려한 에너지빈곤 현황 파악 필요

○ 에너지비용 지출액은 계절적 편차가 큰 만큼 계절별 자료를 바탕으로 에너지빈곤을 파악하고 에너지복지 사업을 수행할 필요가 있음

- 현재의 국내 지표체계에서는 연간 자료를 바탕으로 에너지빈곤 추정
- 서울시 저소득가구에서는 겨울철 에너지빈곤율이 현재의 정부 기준(TPR)으로도 20.3%까지 증가
- 장기적으로는 폭염에 따른 여름철 냉방수요가 더욱 증가하고, 저소득가구의 에어컨 보급률도 증가하여 여름철 에너지빈곤율도 크게 높아질 수 있음
- 계절별(여름철, 겨울철)로 구분하여 에너지빈곤을 파악하고 관리할 필요성이 있음

□ 저소득가구 에너지소비 실태조사 내실화와 정례화 필요

○ 에너지복지 정책을 마련하고 효과적으로 시행하기 위해서는 에너지빈곤 가구의 현황을 정밀히 파악해야 함

- 실태조사는 에너지복지 정책의 효과를 모니터링하고 개선점을 파악하기 위해서도 필요

○ 현재 저소득가구를 대상으로 한 에너지소비 실태조사는 정기적으로 이루어지지 못하고 있음

- 서울시에서는 2009년에 실태조사를 수행한 이후 10년 만인 2019년에 조사가 이루어짐
- 2019년의 조사도 정례적인 조사라기보다는 연구과제 형태로 일회성으로 기획

○ 에너지 조례에 따른 실태조사 시 에너지복지 수요조사뿐 아니라 에너지소비 실태와 기본적인 가구소득 정보 등을 함께 조사할 필요

- 이러한 정보는 서울시 저소득가구의 에너지빈곤율을 추정하고, 에너지복지 정책의 효과를 파악하는 데 있어 필수정보
- 더불어 가전제품과 조명 등 에너지 이용기기 보유 및 이용현황, 에너지복지 사업 수요 및 만족도 등은 에너지복지 사업을 기획하고 수행하는 데 있어서 중요한 기초 정보

○ **서울시사회복지협의회 등 에너지복지 실무를 담당하고 있는 기관과의 협조를 통해 에너지소비 실태조사를 정례화하는 것도 하나의 방법**

○ **실태조사 시에는 다양한 전문기관과의 협조를 통해 민간 조사업체가 접근하기 어려운 대상가구에 대한 조사도 함께 수행**

- 쪽방촌 거주, 고시원 거주, 판자촌 거주, 연탄 이용 가구 등
- 이들은 서울시 전체 가구에서 차지하는 비중은 작지만, 에너지부족으로 인한 부정적 영향을 가장 많이 겪고 있을 대상이기에 실태조사는 반드시 필요

나. 서울시 수소경제 활성화 방안

1) 정부의 '수소경제 활성화 로드맵'

□ 수립 경과 및 의미

○ 2018년 8월 정부는 '혁신성장 전략투자 방향'에서 '수소경제'를 3대 전략투자 분야로 선정

○ 이후 2018년 9월 관계부처 및 민간전문가 참여한 '수소경제 추진위원회'를 구성하고, '2019년 초 관계부처 협의를 거쳐 2019년 1월 수소차와 연료전지를 중심으로 하는 '수소경제 활성화 로드맵' 발표함

○ 정부는 수소경제 활성화를 통해 다음과 같은 산업 및 환경효과를 기대함

- 수송 분야와 에너지 분야까지 다양한 시장과 산업 창출 가능
- 수소 생산, 운송·저장, 충전소 등 인프라는 미래성장산업으로 연관산업효과와 고용 창출 가능
- 온실가스 감축, 미세먼지 저감, 재생에너지 이용 확대 등 친환경에너지 확대
- 에너지원 다각화와 해외 에너지 의존도 감소 등 에너지 자립에 기여

□ 주요 내용

○ 수소 모빌리티: 2040년까지 수소차 620만대 생산 및 수소충전소 1,200개소 구축

- 수소승용차: 누적 889대(2018년) → 신규 4,000대(2019년)
- 수소버스: 35대(2019년) → 2,000대 (2020년) → 40,000대(2040년)
- 수소택시: 시범사업(2019년) → 주요 대도시 보급(2021년) → 80,000대(2040년)

※ 2019년 서울에서 10대의 수소택시 시범사업 추진 계획

- 수소트럭: 개발·실증(2019년) → 공공부문 보급(2021년) → 30,000대(2040년)
- 수소충전소: 14개소(2018년) → 310개소(2022년) → 1,200개소(2040년)

○ 에너지 생산: 연료전지 발전용 15GW(내수 8GW), 가정·건물용 2.1GW 보급

- 발전용 연료전지: 307.6㎿(2018년) → 1.5(2022년) → 15GW(2040년)
- 가정·건물용 연료전지: 5㎿(2018년) → 50㎿(2022년) → 2.1GW(2040년)

○ 수소 생산: 그린수소 확대로 공급량 526만톤/년, 가격 3,000원/kg

- 부생수소, 추출수소를 수소경제 초기 주공급원으로 활용
- 수전해, 해외생산 수소 활용 등을 통해 그린수소 확대

2) 수소 경제 활성화를 위한 서울시 방안

□ 서울시 수소 에너지 이용 현황

○ 서울시는 미세먼지 저감, 온실가스 감축 및 도시 에너지 생산능력 향상을 위해 적극적인 수소 에너지 보급 정책 추진 중

○ 2019년 5월 기준, 서울시는 총 534개소 141.8㎿의 연료전지 보급

- 발전소는 7개소 139.1㎿이며, 노원 2.4㎿, 고덕 1차 19.6㎿, 노을 20㎿가 운영 중, 그리고 강동 19.8㎿, 서남 30.8㎿, 고덕 2차 19.8㎿ 등 건설 예정임
- 423개소 434㎾의 가정용 연료전지가 에너지관리공단 보급사업으로 설치됨
- 건물형은 102개소 2.3㎿가 설치되어 있음

○ 서울시는 2019년 기준, 591대의 수소차량이 있으며, 상암, 양재, 국회, 강동 4개 수소 충전소가 운영되고 있음

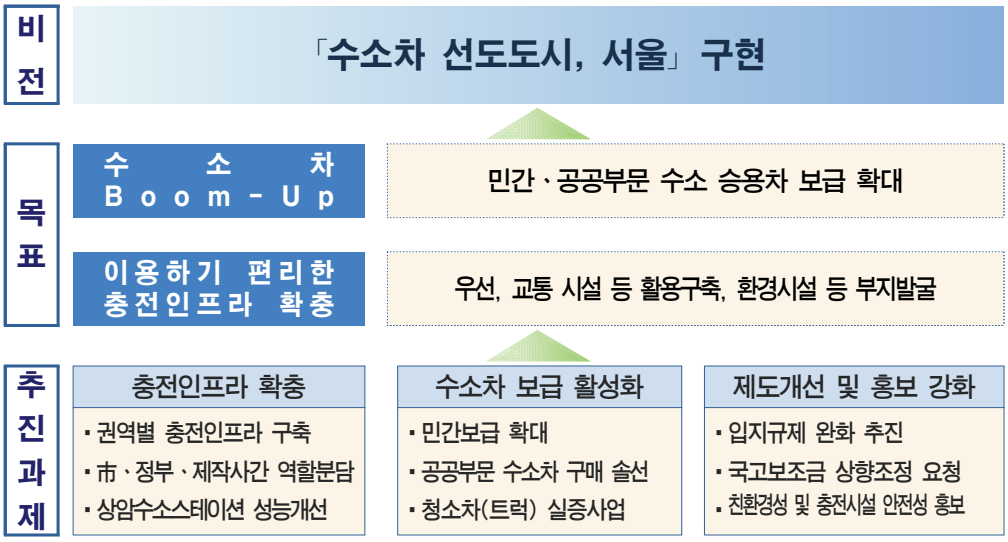
〈그림 8-6〉 매립가스 이용 제조식 '상암 수소스테이션'

〈그림 8-7〉 현대자동차(주) 저장식 '양재 그린스테이션'

□ 서울시 수소차 확대 방안

○ 서울시는 2018년 '수소차 선도도시 서울' 마스터 플랜을 수립하여 수소차 보급 확대 및 충전 인프라 확충 추진계획을 마련함

○ 마스터 플랜의 목표 초기달성이 예상되어, 2019년 확대 방안을 발표



〈그림 8-8〉 수소차 선도도시, 서울 추진 비전 체계

○ 수소차 보급기반 마련 및 충천편의 제고를 위한 인프라 확충

- 추진목표: 2022년까지 수소충전소 15개 이상으로 추가건립[80)]
- 수소충전소 구축(누계): 2019년 4개소 → 2020년 10개소

○ 충전인프라 확충을 통한 수소차 보급 확대

- 추진목표: 2022년까지 수소차 약 4,000대 보급
- 수소차 보급(누계): 2019년 591대 → 2020년 1,854대
- 대폐차 물량발생시, 전기차와 함께 수소차 우선 구매 추진
- 수소 청소차(트럭) 실증사업

○ 충전인프라 확충을 위한 제도개선 및 시민홍보 강화

- 충전인프라 입지 규제완화 및 충전소 구축비용 국비보조금 상향조정 건의
  - 현행 법령의 과도한 입지규제 및 이격거리 등에 대한 규제완화 건의, 제조식(CNG·융복합) 충전인프라 구축비용 국고보조금 상향조정(기존 15억 → 30억)
- 수소차 친환경성 및 충전시설 안정성에 대한 시민홍보 · 마케팅 강화
  - 시민이 수소차를 보다 쉽게 접할 수 있는 기회 수시제공, 수소차 동호회 등과 협력하여 홍보추진, 수소차 관련 포럼 · 토론회 등에 적극 참여, 수소충전소 안정성 안내 설명, 차량 제작사와 협력하여 '수소하우스' 설치 · 운영

○ 수소차 민간 보급사업 보조금 지원(2019년)[81)]

- 서울시에 주소를 둔 개인, 법인, 단체, 소재 공공기관을 바탕으로 총 432대에 3,500만원(국비 2,250, 시비 1,250만원)의 보조금 지원함

80) 서울시 보도자료, 2019.10.24., "서울시, '22년까지 수소차 4천대 보급…박원순 시장 전용차도 수소차로".
81) 2019년도 제2차 수소차 민간 보급사업 공고(서울특별시 공고 제2019-2315호)

다. 분산에너지자원과 에너지 신산업

1) 분산에너지자원의 현황

□ **분산에너지자원의 정의와 현황**

○ 분산에너지자원(DER, distributed energy resources)은 소규모(수kW~MW)의 전력공급시설 및 이에 해당하는 서비스를 제공할 수 있는 에너지 자원으로 정의할 수 있음

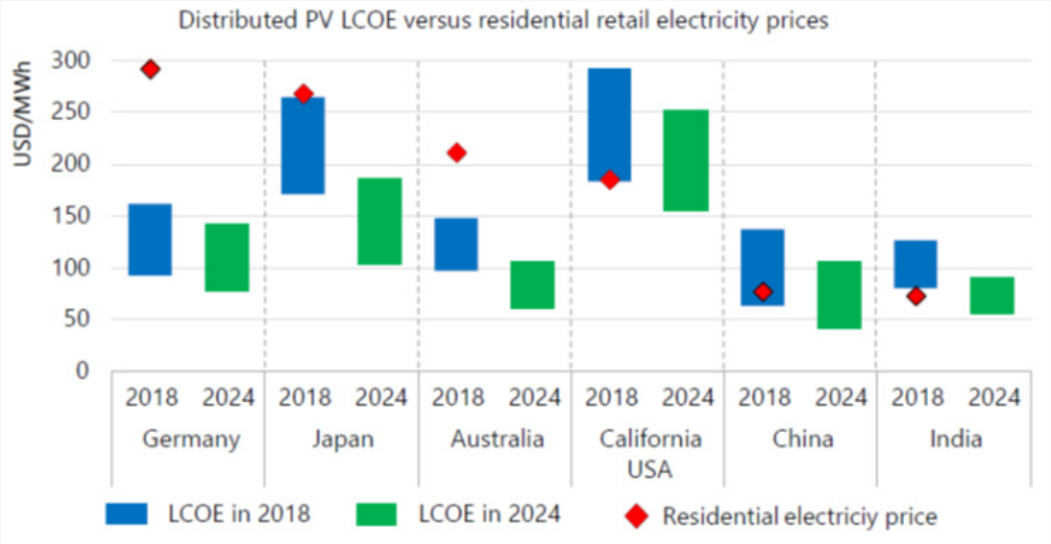
- 분산에너지자원에는 재생에너지, 에너지저장장치(ESS, energy storage system), 마이크로 가스 발전기, 탄력적 수요 자원, 전기 자동차 등이 포함됨
- 분산에너지자원과 비슷한 개념으로 분산 전원(DG, distributed generation), 분산 자원(DR, distributed resources)이 오래전부터 논의되었지만, 최근 분산에너지자원을 둘러싼 변화는 단순한 에너지 효율 및 송배전 회피뿐만 아니라 전력·에너지 산업구조 전반의 변화를 요구하고 있다는 점에서 최근 중요하게 논의되고 있음

○ 2017년 서울의 분산전원발전량은 1,866GWh로 전력소비량 대비 비율은 4.0%를 기록함

□ **재생에너지의 경제성**

○ 세계 태양광과 풍력의 균등화비용(LCOE, levelized cost of energy)이 지난 2012~2017년 기간 동안 각각 65%와 15% 하락함[82)]

○ 많은 국가에서 이미 소규모 태양광 시설이 주택 부문의 소매전기요금보다 저렴해지는, 소위 '소켓 패러티(socket parity)'에 다다른 것으로 파악되고 있음[83)]

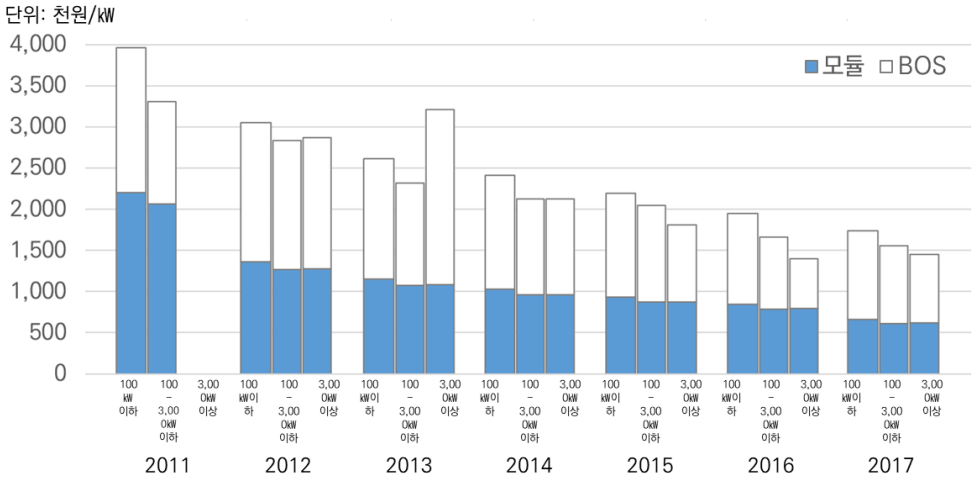


〈그림 8-9〉 국가별 소규모 태양광의 발전비용과 가정전기요금과의 비교

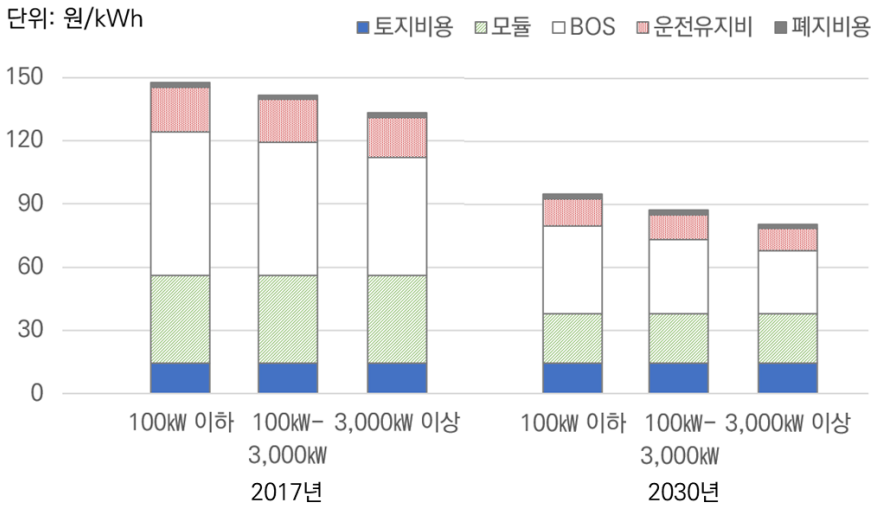
82) IEA, 2018, World Energy Outlook
83) IEA, 2019, Renewables-Launch Presentation

○ 국내 태양광의 경제성 역시 지속적으로 향상되고 있음[84)]

- 2011년 300만원/㎾ 수준이었던 태양광 설치비가 2017년에는 150만원/㎾ 수준으로 줄어듦
- 2017년 133.28~147.60원/㎾h인 균등화 발전비용이 2030년에는 80.67~94.88원/㎾h 수준까지 감소할 것으로 전망됨



〈그림 8-10〉 태양광 직접투자비 추산



〈그림 8-11〉 태양광 균등화 발전비용

□ 소규모 · 분산형 태양광 시장

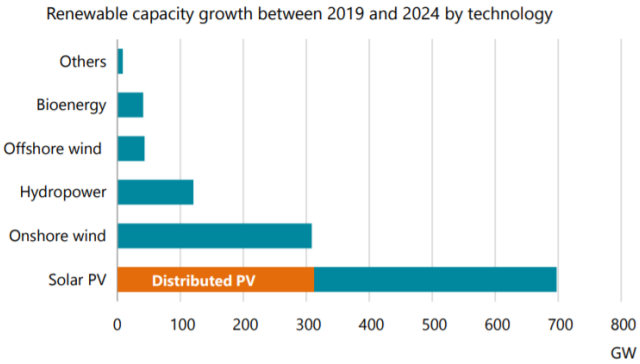
○ 2019~2024년까지 분산형 태양광은 전체 태양광 설비의 절반가량을 차지할 것으로 전망함[85)]

- 이는 육상풍력(300GW 이상)과 같은 수준임

○ 2024년까지 분산형 태양광은 두 배 이상 증가될 것으로 예상

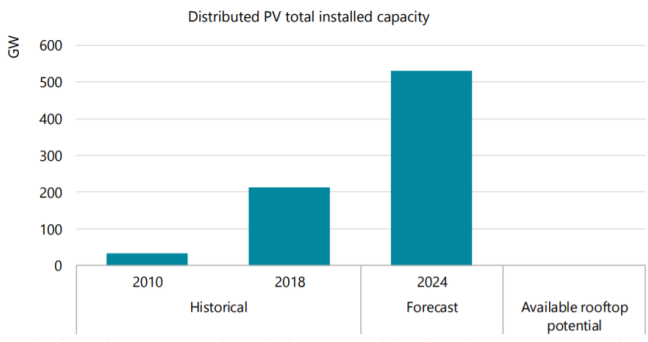
- 그러나 이는 세계 전체 잠재량의 6%밖에 되지 않으므로 향후 소규모 분산형 태양광이 크게 늘어날 수 있을 것으로 전망할 수 있음

84) 한국전력거래소, 2018, 발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구
85) IEA, 2019, Renewables-Launch Presentation



자료: IEA, 2019, Renewables-Launch Presentation

〈그림 8-12〉 재생에너지 성장 전망(2019~2024)



자료: IEA, 2019, Renewables-Launch Presentation

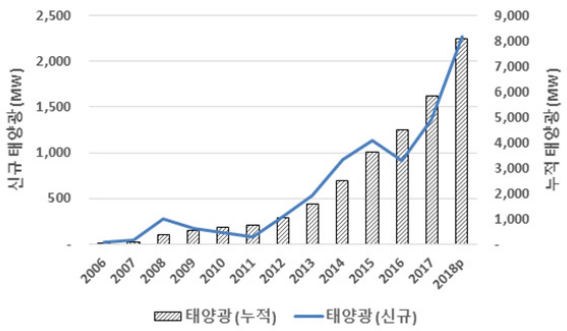
〈그림 8-13〉 소규모 · 분산형 태양광 전망 및 잠재량

□ 국내 태양광 시장

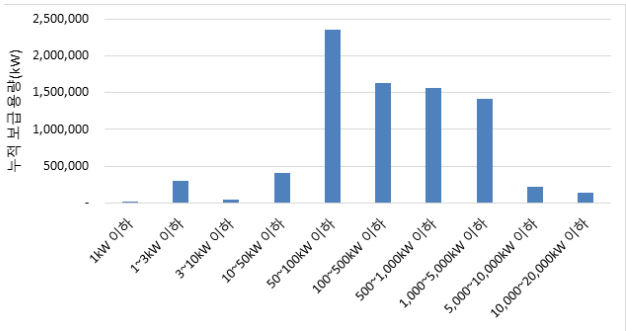
○ 국내 재생에너지 중 태양광은 지난 2011년~2018년 연간 41.1% 성장하여, 2019년 8.1GW 설치됨

- 특히 2018년에는 전년 대비 66%(900MW) 증가한 2,367MW 설치되었는데 이는 세계 8위에 해당하는 수준임[86)]

○ 태양광 시설의 용량별 태양광 누적 보급용량을 보면, 500kW이하 중소형 태양광 용량이 전체 용량의 59%를 차지하고 있음



〈그림 8-14〉 국내 태양광 설치 현황(2006~2018)



〈그림 8-15〉 2018년 용량별 태양광 누적 보급용량

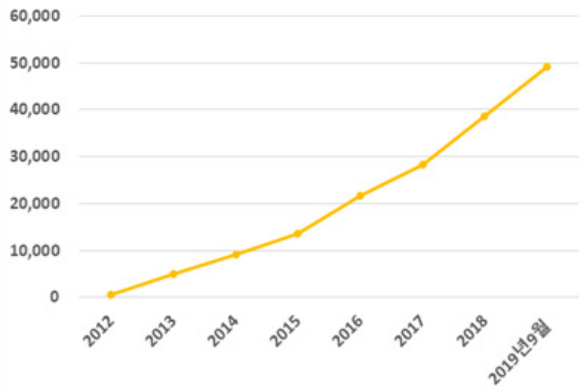
○ 2019년 9월 기준, 한국전력거래소 등록된 발전원별 용량은 가스, 석탄, 원자력 순임. 태양광은 7%만을 차지함

○ 하지만 원별 발전소 개수를 보면, 태양광 발전소가 약 49,000여 개에 달해 전체의 98% 차지함

- 가스는 240개, 석탄는 80개, 원자력는 24개

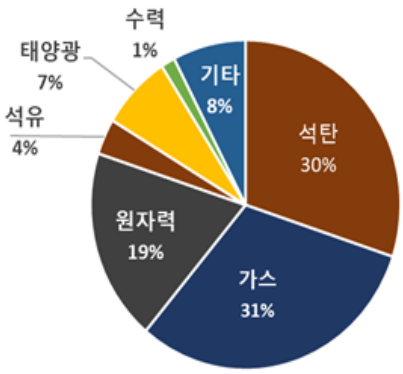
○ 이러한 분산형 태양광의 급격한 증가는 향후 전력망 운영 및 전력시장구조에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상됨

86) 한국에너지공단, 2019. 2018년도 에너지사용량통계



자료: KPX, 2019

〈그림 8-16〉 국내 태양광 발전소 개수



자료: KPX, 2019

〈그림 8-17〉 국내 발전원별 용량 비중

2) 전력시장구조의 변화

□ 소비자 선택에 의한 재생에너지 확대

○ 미국 CCA(Community Choice Aggregation) 정책은 기존 독점적 전력회사 외의 전기를 구매 혹은 개발할 수 있도록 하는 제도임

- 지역정부 혹은 지역(district)의 전기 수요를 모아 해당 지역의 사용자를 대신하여 기존 독점전력회사의 전기 외의 전기를 다른 발전사업자로부터 구매할 수 있도록 하는 제도
- 미국 7개 주에서 법제화하여 실행하고 있으며, 약 750개의 CCA가 운영되고 있음

〈표 8-15〉 미국 CCA 현황

시행 주	CCA 개수	판매 (백만MWh/년)	가입자 수 (천 명)	주 전체 전력판매량 대비 비중	주 전체 고객 대비 가입자 비율
캘리포니아	9	11.8	1,239	5%	8%
일리노이	490	16.2	1,960	11%	34%
메사추세츠	110	5.1	870	10%	27%
뉴저지	15	1.7	210	2%	5%
뉴욕	1	0.7	93	0.4%	1%
오하이오	120	6.6	660	4%	12%
로드아일랜드	1	0.2	2	3%	0.4%
합계	750	42	5,000	5%	12%

자료: NREL, 2019, Community choice aggregation: challenges, opportunities, and impacts on renewable energy markets

○ 100% 재생에너지를 사용을 목표로 하는 RE100 캠페인에 참여하는 기업들이 세계적으로 크게 증가함

- 페이스북, 구글, 마이크로 소프트 등 207개의 세계적인 기업들이 RE100에 참여하고 있음

○ 국내에서도 최근 재생에너지 사용을 선택할 수 있는 '녹색요금제'가 도입되어 자발적 재생에너

지 구매 시장의 확대가 예상됨

- 3차 에너지기본계획에서 신재생에너지 전기를 자발적으로 선택하여 사용할 수 있는 '녹색요금제' 도입하기로 함 이에 따라, 정부는 2019년「재생에너지 사용인증제도」시범사업을 시작함

□ 가상발전소 모델

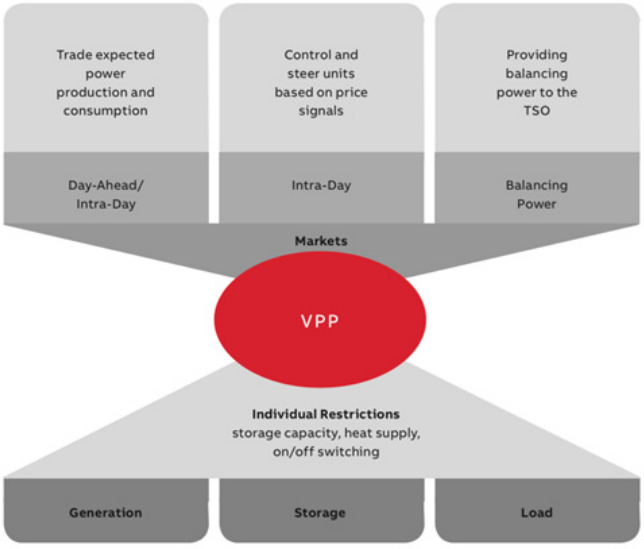
○ 가상발전소는 소규모 분산전원을 모아 일반적인 발전소처럼 운영하는 발전소를 말함

- 발전자원(태양광, 풍력, 소규모 가스 발전 등), 에너지 저장장치 (ESS, 전기차), 그리고 수요자원을 통해 가상발전소 구성함

○ 변동성을 갖는 재생에너지원을 예측가능하고 관리할 수 있는 자원으로 그리드에서 운영하게 함으로써 전력시스템에서 재생에너지의 가치를 향상할 수 있음

- 하루 전 시장(Day-Ahead Market), 예비력 시장, 보조서비스 시장 등과 같은 다양한 전력시장에 참여하여 수익 창출할 수 있음

○ 국내에도 2019년 '소규모분산전원 중개시장'이 도입되었지만, 낮은 전기요금과 공급 예측성 혹은 보조서비스 에 대한 보상 체계가 미흡하여 아직 초보적인 시장 형태에 머물러 있음



자료: https://iiot-world.com(IIot World 홈페이지)

〈그림 8-18〉 가상발전소의 자원과 시장 형태

□ 개인 간 전력 거래 모델

○ 전기차, ESS, 태양광 등 다양한 분산전원 소유자들끼리 전력을 거래하는 P2P 거래 등장함

- 시간별 전력가격 신호에 따라 분산자원 생산자와 소비자가 상호 이익을 얻을 수 있음

- 이를테면, 전력 피크가 발생할 경우, 전력회사의 비싼 전기를 사용하지 않고 태양광과 같은 분산전원의 전기를 사용하는 것이 경제적일 수 있음

○ 국내에서는 시범사업 형태로 진행되었을 뿐 본격적인 개인 간 전력거래는 경제성과 제도 미흡으로 인해 시행되지 않고 있음

○ 향후 AMI 보급과 계시별 요금제가 된다면, 개인 간 재생에너지 전력거래를 촉진할 수 있을 것으로 예상함

- 3차 에너지기본계획에서는 현재 산업용, 일반용, 교육용 일부(고압 소비자)에 적용되고 있는 계시별 요금제를 주택용으로 확대하는 계획 제시함. 이에 따라, 한전은 2019년 스마트계량기가 설치된 주택을 대상으로 시범사업 진행함

○ 서울시는 녹색전기 요금과 전력 개인 간 거래 등을 통해 에너지 공유서비스를 실증하고 있음

- 서울시 3천 세대에 대해 신재생전기 생산자와 한전으로부터 전력을 구매하여 전기소비자에게 다양한 요금제 및 서비스를 제공함

- 신재생 보유자의 자가 사용 후 남는 전기를 전기판매사업자 또는 전기사용자에게 공급을 중개하고 소비자가 누진제 요금 부담을 완화하는 미래형 스마트 그리드 실증사업 진행 중(서대문구 에너지 자립 혁신지구)

3) 열에너지 시스템의 변화

□ 4세대 지역난방

○ 현재 운영되고 있는 지역난방 방식은 대부분 2세대 혹은 3세대 방식이며 경제적 효율성과 공급 안정성이 주된 목표임

- 2, 3세대 방식은 주로 고온 고압수를 공급하는 열 네트워크 그리고 대규모 (부분적으로 소규모 분산형) CHP와 화석연료 (일부 재생가능 연료) 보일러를 이용하는 시스템임

○ 이에 반해, 4세대 지역난방 방식은 지속가능한 에너지 전환을 목적으로 하고 있음

- 저온 열 환원 및 재생가능에너지 열원을 주로 이용함

- 중저온수 공급 방식으로 보다 효율적이고 분산적인 열 네트워크 시스템을 구성

〈표 8-16〉 지역난방 방식의 구분

구분	1세대	2세대	3세대	4세대
열 매체	스팀	100℃ 이상의 고온고압수	100℃ 미만의 고온고압수	중저온수 (30℃~70℃)
열원	석탄 보일러 일부 CHP	석탄 및 석유 CHP 일부 열전용 보일러	대규모 · 분산형 CHP, 바이오매스, 폐기물 혹은 화석연료 보일러	저온 열 환원 및 재생 에너지자원
동인 (motivation)	편안함, 위험 감소	연료 절약, 비용 절감	공급 안정	지속가능 에너지 시스템으로의 전환
전기시스템과의 통합	열원으로서의 CHP	열원으로서의 CHP	열원으로서의 CHP, 몇몇 대규모 전기 보일러, 히트펌프, 일부 전력 Spot 시장에서 CHP 공급	히트펌프와 CHP 통합되어 전력시장뿐 아니라 regulating and reserve 시장에 참여

자료: Lund et al., 2014, "4th generation district heating integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems", *Energy* 68: 1-11

□ **다양한 재생 및 미활용 열원을 통한 분산형 열네트워크의 가능성**

○ 저온 지역난방(Low-Temperature District Heating)은 고온 지역난방보다 수송 과정에서 열 손실을 줄일 수 있고 지역난방 시스템 전반의 에너지 효율을 높일 수 있다는 장점이 있음[87)]

○ 또한 지역난방 공급온도를 낮추면 다양한 분산형 재생에너지 열원을 활용할 수 있다는 장점이 생김

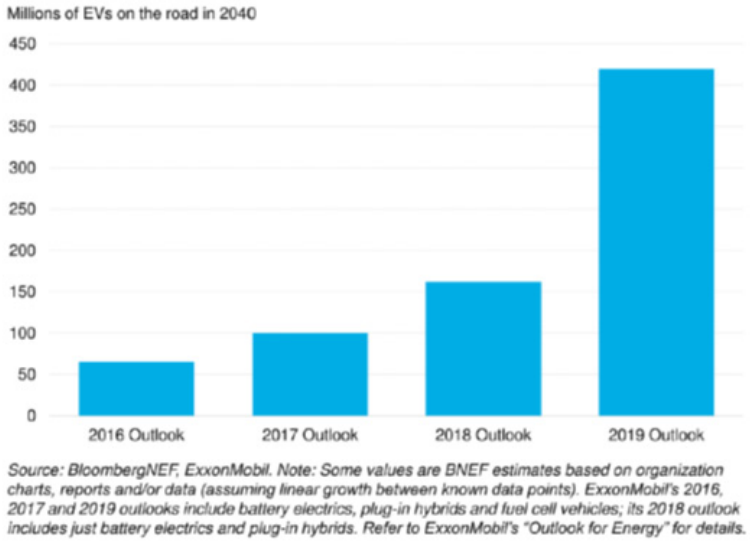
- 태양열, 하수열, 연료전지 배열, 축열조 등 다양한 분산열원 설비가 지역의 열 수요를 충족시키는 분산형 열네트워크 가능해짐
- 향후, 제로에너지건물의 확대가 본격화되면 이러한 분산열 열네트워크 기존 중앙집중식 열네트워크보다 효율적인 난방방식이 될 것으로 전망됨

4) 교통 시스템의 변화

□ **탈내연기관 가속화 전망**

○ 세계적으로 내연기관에서 전기차와 연료전지 자동차와 같은 친환경 자동차로 시장 전환이 급속하게 이루어질 것으로 전망됨

- Bloomberg는 2040년, 전 세계 모든 승용차 판매의 57%, 그리고 전체 승용차의 30%가 전기차일 것으로 예상[88)]
- 세계적 석유회사인 ExxonMobile은 2040년 친환경차 생산전망을 계속 상향하여, 최근 발표된 ExxonMobile사의 2019년 에너지 전망에 따르면 2040년 4억 2천만대(전체 20%)에 이를 것으로 전망됨



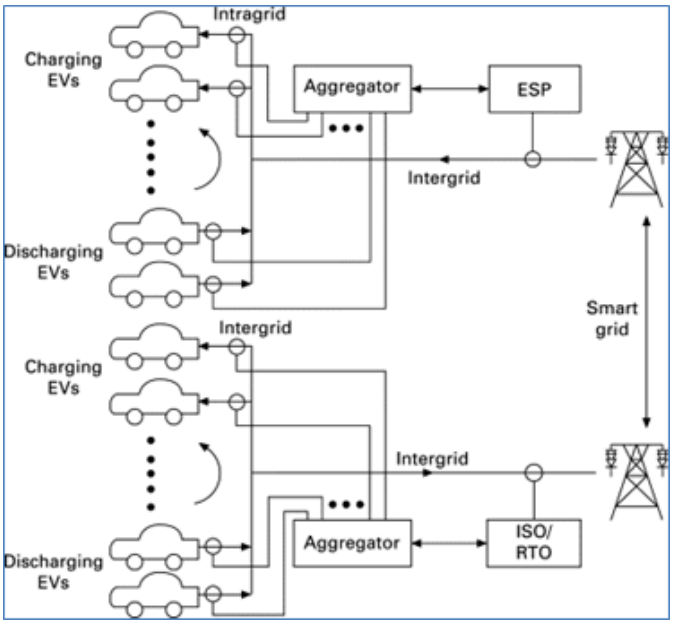
〈그림 8-19〉 ExxonMobile 전기차 전망 변화

87) Schmidt et al., 2017, "Low temperature district heating for future energy systems", *Energy Procedia* 116: 26-38
88) BloombergNEF, 2019, Electric Vehicle Outlook 2019

□ 수송과 전력시스템과의 통합

○ 전력망으로부터 전기차를 충전하는 G2V뿐만 아니라 전기차 배터리에 저장된 전기를 필요시에 그리드에 보내는 V2G방식이 생겨나면서 수송과 전력시스템간의 통합이 확대될 것으로 전망됨

- 전기차의 배터리는 전력망에 연계되어 분산형전원으로 첨두부하 관리, 예비력 제공, 전압 및 주파수 조정 서비스 제공과 같은 기능을 담당할 수 있음



자료: K.T. Chau, 2014, Pure electric vehicles, *Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance: towards zero carbon transportation*. Richard Folkson, Woodhead Publishing

〈그림 8-20〉 V2G 개념도

□ 공유탑승과 자율주행차의 확대

○ 자동차 '소유'의 시대에서 '접근'의 시대로 바뀔 것으로 전망되고 있음

- ICT 기술의 발달로 인해 공유탑승(ride sharing)의 편의성과 효율성 향상됨
- 전 세계적으로 우버(Uber)나 리프트(Lyft)와 같은 공유탑승(ride sharing) 모델은 이미 기존 수송 산업구조를 변화시키고 있음

※ GM은 2016년 공유탑승 사업자인 리프트사에 5억 달러를 투자하고 본격적인 공유탑승·자율주행 사업을 추진함[89)]

- 현재 구글, 테슬라를 선두로 거의 모든 메이저 자동차 회사에서 적극적으로 자율주행차(self-driving car) 개발을 추진하고 있음

○ 이에 따라 수송부문 산업구조와 에너지 소비는 물론 도시의 공간구조 역시 많은 변화가 있을

89) Trousdale, S. ,2016.01.05., "GM invests $500 million in Lyft, sets out self-driving car partnership", Reuters

것으로 전망됨

- 에너지 측면에서는 공유탑승과 자율운행이 확대되면서 기존 자동차 판매량이 감소할 것으로 전망되며, 자동차 수송 연료 사용량 또한 감소할 것으로 전망됨
- 또한, 도시의 주차공간, 주유소, 도로 등 자동차 관련 인프라의 축소가 예상됨. 한편, 새로운 수송수단(전기, 수소)이 확대됨에 따라 분산화된 충전 인프라의 확대가 필요함

○ 국내 역시 자율주행 자동차의 규제 개선이 이루어지고 있음

- 「자율주행자동차 상용화 촉지 및 지원에 관한 법률」이 제정되어 '20년 5월 실행을 앞두고 있음
- 정부의 규제특례심의회에서는 자율주행서틀버스 운행 서비스에 대한 규제 특례를 정하여 대구 시내 2.5㎞ 순환도로에서 4단계 자율주행 셔틀버스 실증 예정임[90]

5) 서울시 지속가능한 스마트 에너지 시스템의 전망

□ 지속가능한 도시 에너지 소비 수준을 위한 거시 정책 수립 필요

- 서울시의 에너지 효율 및 재생에너지 정책만으로는 도시의 지속가능성을 유지하는 데 한계 있음
- 서울시의 주택 및 토지 개발. 교통, 환경 규제의 강화를 통해 거시적 도시계획 단계에서 에너지 소비를 억제할 수 있는 제도적 장치 필요함(예, 장기 · 거시적 도시계획 정책 수립 단계에서 서울시 온실가스 배출 총량 고려)

□ 지속가능한 분산형 에너지 시스템

○ 에너지 수요자원, 재생에너지, 미활용에너지, ESS 등 도시 공간에서 활용할 수 있는 에너지 수요 · 생산 자원의 확대를 통해 실질적인 분산형 에너지 시스템 구축을 위한 기반 확대 필요

- 건물부문 에너지 소비량과 장기적인 영향을 고려할 때, 건물에너지효율개선은 서울시 에너지 및 온실가스 감축을 위해서 가장 중요한 정책과제 중 하나임. 또한, 건물은 단순히 에너지 소비처가 아니라 재생에너지 및 분산에너지를 활용하기 위한 중요한 역할 필요함

○ 다양한 도시형 에너지 자원 기술의 개발과 실증을 통해 혁신적 에너지기술 확산 필요

□ 분권형 시스템

○ 수요관리 등 지방자치단체의 역할 증대 필요

- 건물과 교통부문의 에너지 수요관리는 지방자치단체의 역할이 매우 중요함

○ 분산형전원획대 등 지역 기반의 전력공급 체계 구축을 통한 에너지 효율화

- 에너지 시장 역시 중앙집중적 시스템으로부터 다원적인 시스템으로 전환되어감에 따라 다양한 분산에너지 생산자와 소비자가 서로 에너지를 공유 · 거래할 수 있는 시장 메커니즘이 필요할 것으로 전망됨

90) 산업통상자원부 보도자료, 2019.12.18., "자율주행 로봇, 자율주행 셔틀버스 운영서비스 다양한 전기요금제 실증 등 규제박스 통과".

- 분산자원의 설치, 계통연계, 운영을 통한 전력공급의 효율화와 안정성 제고를 위해 지방정부의 권한 강화 필요
- 냉·난방뿐만 아니라 수송부문에서 전력화와 분산에너지자원 확대가 진행되면서 전력산업의 커다란 구조 변화가 예상됨. 특히 분산전원의 효율적인 계통연계와 안정적인 운영을 위해서 배전 네트워크의 운영관리에 대한 지방정부의 적극적 역할 수행 필요성 제기되고 있음

○ 서울시 BRP, 태양광 보급 등 서울시 에너지 정책의 실행을 위해서는 서울시 자치구의 역할 강화 중요함

□ **스마트 시스템**

○ 에너지의 소비자의 선택권 확대요구 및 에너지생산자의 다원화에 따른 대응 필요성 증가

- 향후 에너지사용자의 선택권이 더욱 확장되고, 에너지 프로슈머, 분산자원 중개사업자, 태양광 협동조합 등 에너지 생산 부문에서도 시민의 참여가 커질 전망
- 시민은 에너지협동조합이나 시민햇빛펀드 참여를 통한 간접적 참여는 물론 자가용 태양광 발전이나 태양광 발전 사업자로서 직접 에너지 생산에 참여할 수 있는 기회가 커지고 있음. 또한, 국민 DR과 같이 에너지 수요자원을 통해 수요자원에도 참여할 수 있으며, 나아가 개인 간 거래와 같은 P2P 에너지 거래가 이루어진다면 그동안 단순한 에너지 소비자였던 시민은 '에너지 프로슈머,' '에너지 시민'과 같은 보다 적극적인 역할을 할 것으로 기대됨
- 건물 및 시설의 에너지 관리에 있어서도 에너지 소비 패턴, 외기온도, 에너지 가격 등에 따른 최적 운영시스템이 확대될 것으로 전망됨

○ IoT, AI 기술 활용으로 에너지 시스템과 시장의 고도화 필요

- 시민참여, 분산에너지자원의 확대를 위해서는 IoT, AI 기술 활용을 통해 에너지 시스템과 시장의 고도화 필요
- 실시간 계량기, 건물 및 주택 에너지 관리 시스템, 최적 자동 정산 시스템 등이 더욱 고도화되고 확대되어야 함
- 아울러, 이러한 소규모 에너지 자원과 수요자원의 가치를 가격에 반영할 수 있는 전력 및 열 시장 제도의 개선이 필요함

제 9 장
서울시 지역에너지계획 추진 로드맵

가. 계획의 주요 지표
나. 에너지 정책 추진 체계와 거버넌스
다. 연차별 추진 계획
라. 소요 비용

09 서울시 지역에너지계획 추진 로드맵

가. 계획의 주요 지표

1) 1인당 에너지 소비

□ **2040년 1인당 에너지 소비량은 0.84 TOE/인으로 2005년 대비 45% 감소**

○ 이는 2005년 1인당 에너지소비량에 비해 2030년에는 25.6%, 2040년에는 44.7% 감소한 수준임

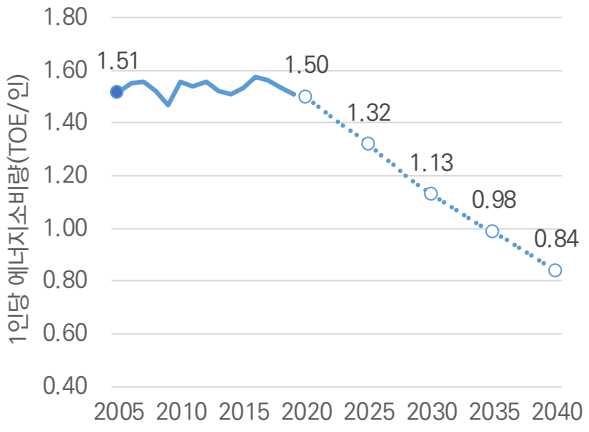
- 1인당 최종에너지소비량은 2005년 1.51 TOE/인에서 2040년에는 0.84 TOE/인으로 낮아짐
- BAU와 비교할 경우 2030년에 0.5TOE, 2040년에 0.8TOE 낮은 수치임

2) 에너지 원단위

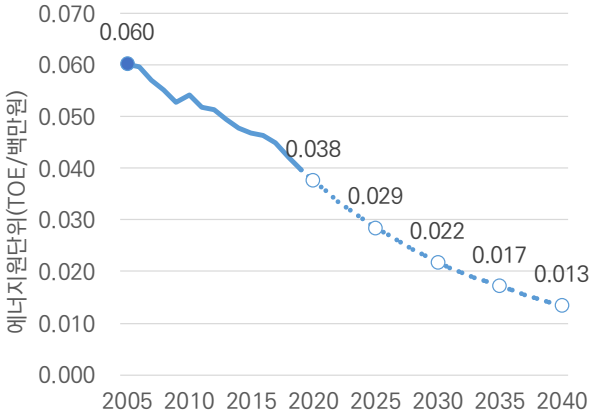
□ **2040년 에너지원단위 2005년 대비 77.8% 향상**

○ 앞서 제시한 사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 에너지원단위는 2005년에 비해 2030년에는 63.7%, 2040년에는 77.8% 향상될 것으로 전망됨

- 지역총생산 대비 에너지 소비량의 비율이 현저히 낮아져 저에너지 경계구조로 전환
- 지역총생산량 BAU대비 목표수요 절감률은 2030년에 32%, 2040년에 50%임



〈그림 9-1〉 1인당 에너지 소비량 전망



〈그림 9-2〉 서울시 에너지원단위 전망

〈표 9-1〉 1인당 에너지 소비 및 에너지원단위 목표

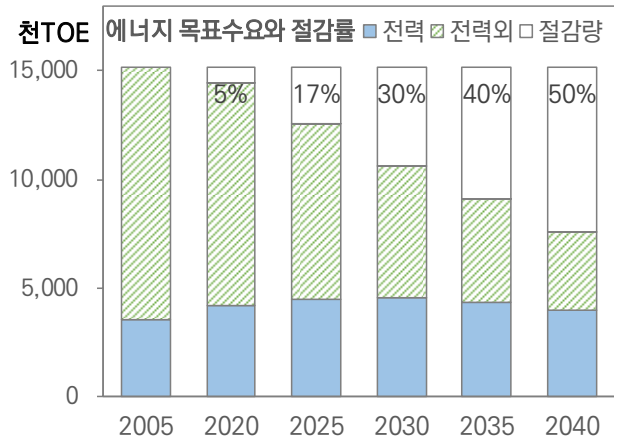
년도	1인당 에너지소비 (TOE/인)	2005년 대비 1인당 에너지소비	에너지원단위 (TOE/백만원)	2005년 대비 에너지원단위
2005	1.51	100	0.060	100
2020	1.50	98.84	0.038	63.24
2025	1.32	86.95	0.029	47.85
2030	1.13	74.45	0.022	36.27
2035	0.98	64.95	0.017	28.53
2040	0.84	55.32	0.013	22.23

3) 에너지 수요관리

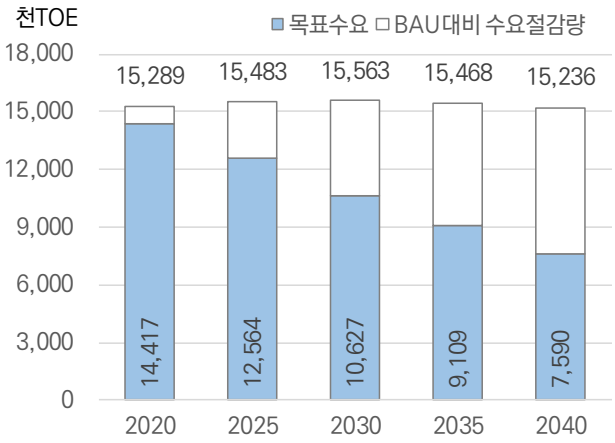
□ 2040년 서울시 최종에너지 소비량은 2005년 소비량 대비 50% 수준

○ 서울시 최종에너지 소비량 목표는 2005년 대비 2040년까지 7,590천TOE로 앞서 제시한 사업들에 따라 수요관리가 이루어진다면 2005년 대비 2030년에 30%, 2040년까지 50% 절감할 수 있음

- BAU대비 목표수요 절감률은 2030년에 32%, 2040년에 50%임



〈그림 9-3〉 에너지 목표수요와 절감률



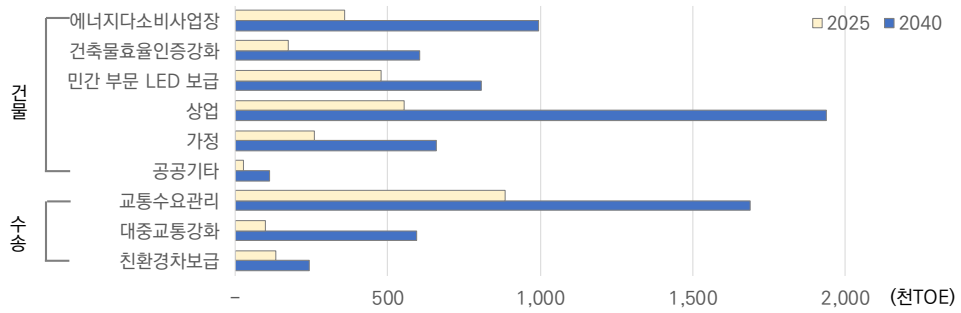
〈그림 9-4〉 BAU 대비 에너지 절감량 목표

□ 2040년까지 건물과 수송 부문에서 7,647천 TOE 감축

○ 앞서 제시한 사업들의 목표를 달성할 경우 건물 부문에서 2040년까지 5,119천TOE를 절감할 수 있음

- 2025년에는 상업부문의 상업건물 BRP, 민간 부문 LED 보급, 에너지다소비사업장 순으로 절감량이 많으며 특히 상업건물 BRP는 2040년까지 가장 주요한 에너지 절감 수단임

○ 2040년까지 수송 부문에서 절감할 에너지의 양은 2,527천TOE로 교통수요관리가 1,688천TOE로 절감량의 67%를 차지할 것으로 기대됨



주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

〈그림 9-5〉 2025년과 2040년 수요관리 절감량 목표

〈표 9-2〉 에너지 수요관리 절감량 목표

(단위: 천TOE)

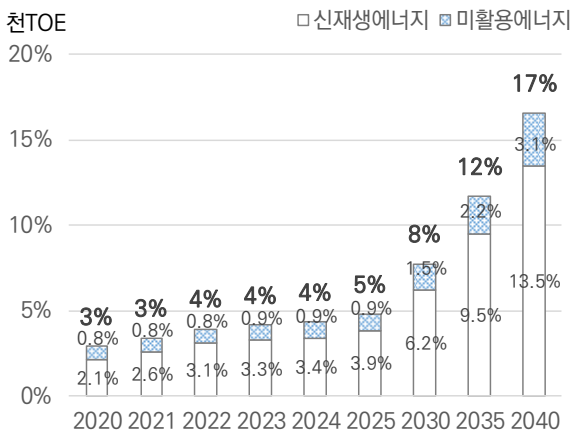
구분		2020	2025	2030	2035	2040
건물	에너지다소비사업장	65	360	608	817	994
	건축물효율인증강화	29	173	318	462	606
	민간 부문 LED 보급	80	477	581	684	808
	상업	92	554	1,015	1,476	1,938
	가정	190	259	349	473	659
	공공·기타	5	27	48	75	114
교통	교통수요관리	385	885	983	1,210	1,688
	대중교통강화	-	99	300	540	595
	친환경차보급	11	134	242	288	244
합 계		858	2,967	4,442	6,027	7,647

4) 신재생에너지 보급률

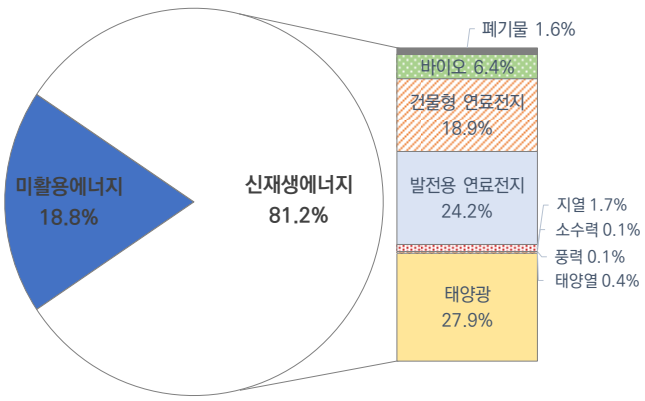
□ 2040년 신재생에너지 보급률 17% 달성

○ 앞서 제시한 개별사업들의 목표를 달성할 경우 신재생에너지 보급률은 2030년에 8%, 2040년에 17%가 될 것으로 예상됨

- 신재생에너지 보급률의 대부분은 태양광과 연료전지가 차지



〈그림 9-6〉 신재생에너지 보급률 전망



〈그림 9-7〉 2040년 신재생에너지 에너지 믹스 목표

〈표 9-3〉 신재생에너지 생산 목표(최종에너지)

(단위: TOE)

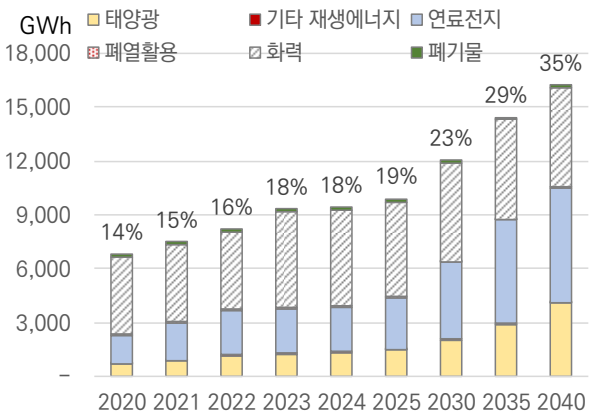
구분		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
신재생에너지	태양광	58,561	78,249	101,955	109,213	116,988	125,316	176,743	249,273	351,568
	태양열	2,721	2,721	2,721	2,721	2,721	2,721	3,847	3,847	5,386
	풍력	15	19	23	28	34	42	117	324	1,099
	소수력	174	174	174	359	385	411	543	675	807
	지열	11,300	11,300	11,300	11,300	11,300	11,300	15,462	18,133	21,021
	발전용 연료전지	135,605	169,506	203,407	203,407	203,407	237,308	271,210	305,111	305,111
	건물형 연료전지	3,390	6,780	10,170	13,560	13,560	13,560	94,923	189,847	237,308
	바이오	77,000	77,000	77,000	77,000	77,000	77,000	79,109	80,691	80,691
	폐기물	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636	19,636
	소계	308,403	365,385	426,387	437,225	445,032	487,296	661,591	867,537	1,022,628
미활용에너지	하수열	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	50,321	59,350	70,000
	잉여열 수열 지역난방 활용	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000	78,000
	상수열활용 냉난방	1,712	2,450	3,187	3,925	4,662	5,400	35,204	61,607	88,010
	소계	114,712	115,450	116,187	116,925	117,662	118,400	163,525	198,957	236,010
합계 (신재생에너지 보급률)		423,115 (3%)	480,835 (3%)	542,574 (4%)	554,149 (4%)	562,695 (4%)	605,696 (5%)	825,116 (8%)	1,066,494 (12%)	1,258,638 (17%)

5) 전력자립률

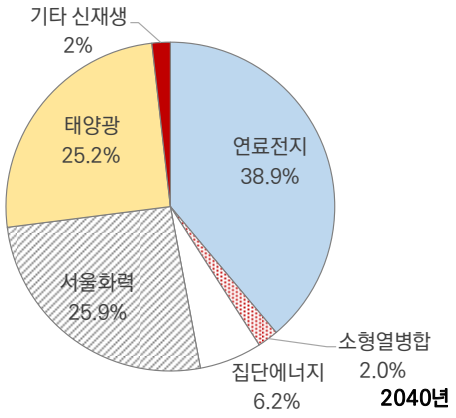
□ 2040년 전력자립률 35% 달성

○ 서울시의 전력자립률은 2030년 23%, 2040년 35%에 이를 것으로 전망됨

- 서울시의 전력생산량은 2030년에 12,061GWh, 2040년에 16,221GWh가 될 것으로 전망
- 발전원별로는 서울화력과 마곡 CHP를 포함한 화력의 비중이 가장 크지만 2035년에는 연료전지가 화력의 비중을 넘어서고 태양광이 뒤를 이을 것으로 전망됨
- 2040년 발전량 구성비는 연료전지 38.9%, 서울화력 25.9%, 태양광 25.2%로 전망되어 2030년에 비해 연료전지의 구성비는 높아지며 서울화력과 태양광의 기여도가 유사해짐



〈그림 9-8〉 발전원별 전력생산량 전망



〈그림 9-9〉 2040년 발전원별 구성비

〈표 9-4〉 발전원별 전력생산량 목표

(단위: GWh)

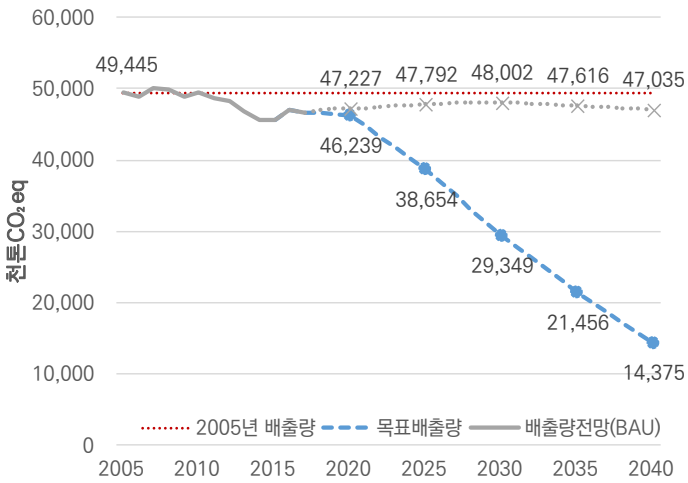
구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
태양광	681 (1.4%)	910 (1.8%)	1,186 (2.4%)	1,270 (2.5%)	1,360 (2.7%)	1,457 (2.9%)	2,055 (3.9%)	2,899 (5.8%)	4,088 (8.8%)
기타 재생에너지	2 (0.005%)	2 (0.005%)	2 (0.005%)	4 (0.009%)	5 (0.01%)	5 (0.01%)	32 (0.06%)	55 (0.11%)	65 (0.14%)
연료전지	1,616 (3.3%)	2,050 (4.1%)	2,483 (4.9%)	2,523 (4.9%)	2,523 (4.9%)	2,917 (5.6%)	4,257 (8.1%)	5,755 (11.5%)	6,307 (13.6%)
폐열활용	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.1%)	71 (0.2%)
화력	4,292 (8.8%)	4,292 (8.7%)	4,292 (8.6%)	5,291 (10.6%)	5,291 (10.5%)	5,291 (10.4%)	5,488 (10.4%)	5,510 (11.0%)	5,532 (12.0%)
폐기물	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)	158 (0.3%)
전력자립률	14%	15%	16%	18%	18%	19%	23%	29%	35%

6) 온실가스 배출량

□ **2040년 14,375천톤CO_2eq 배출 목표**

○ 앞서 제시한 수요관리 및 공급 목표를 달성하는 데 성공할 경우 온실가스 배출량은 지속적으로 감소해 2040년에는 2005년 대비 35,070천톤CO_2eq가 감축된 14,375천톤CO_2eq만을 배출할 것으로 전망

- 2005년 배출량 대비 2030년과 2040년 배출량은 각각 40%, 70% 감축



〈그림 9-10〉 온실가스 관리 목표

〈표 9-5〉 서울시 온실가스 배출량 관리 목표

(단위: 천톤CO_2eq)

연도	배출량 목표	2005년 대비 감축량	2005년 대비 감축률	BAU대비 감축량	BAU대비 감축률
2005	49,445	-	-	-	-
2020	46,239	3,206	6%	988	2%
2025	38,654	10,791	20%	9,1387	19%
2030	29,349	20,096	40%	18,653	39%
2035	21,456	27,989	55%	26,160	55%
2040	14,375	35,070	70%	32,660	69%

나. 에너지 정책 추진 체계와 거버넌스

1) 에너지 정책 추진 체계의 현황과 한계

□ 서울시 에너지 관련 부서 현황

○ 서울시 에너지 관련 부서로는 기후환경본부 하의 8개과(환경정책과, 대기정책과, 기후대기과, 차량공해저감과, 녹색에너지과, 자원순환과, 생활환경과, 에너지시민협력과)가 있음

○ 그 중 녹색에너지과는 친환경적이고 지속가능한 에너지 수급체계 구축 및 신·재생에너지 이용 확대를 위한 에너지 관련 전담부서로 에너지정책팀, 햇빛발전팀, 햇빛지원팀, 신재생에너지팀, 에너지관리팀 등 5개의 팀이 운영되고 있음

- 에너지정책팀은 지역에너지 계획 수립·운영 및 에너지분야 제도개선에 관한 사항과 원전하나줄이기 생산분야 총괄, 서울에너지공사 지도감독을 담당
- 햇빛발전팀은 태양의 도시 종합계획 총괄 및 공공부문 태양광 보급에 관한 사항과 전기사업, 전기공사업 및 전력기술에 관한 사항을 담당
- 햇빛지원팀은 태양광 미니발전소 등 시민참여형 태양광 보급, 민간부문 태양광 발전시설 확산에 관한 사항을 담당
- 신재생에너지팀은 연료전지, 지열, 소수력, 풍력 등 신·재생에너지 보급과 하수열 등 미활용에너지 발굴·이용에 관한 사항을 담당
- 에너지관리팀은 도시가스, 석유, 연탄의 공급에 관한 사항을 담당

○ 환경정책과는 원전하나줄이기 정책을 총괄 추진하고 있으며, 에너지드림센터 관리, 에너지수호천사단 운영 등에 관한 업무를 담당

○ 에너지시민협력과에서는 에너지자립마을 조성, 에너지절약사업 확대, 에너지설계사 양성, 에코마일리지 시스템 운영 등에 관한 업무를 담당함

○ 기후대기과에서는 건물부문 에너지 수요관리 업무와 그린카 보급사업, 차량공해저감과에서는 운행차 저공해사업을 담당함

○ 그 외의 수송부문 교통수요 관리 업무는 도시교통실에서 담당하고 있으며, 도시계획국, 주택건축본부와 협업하여 도시계획 및 건축분야 에너지 절감을 추진함

□ 에너지전환을 위한 지자체의 역할

○ 도시에는 많은 인구가 도시에 거주하며 각종 공공서비스 제공 및 경제활동 과정에서 에너지 소비 및 온실가스가 배출됨

○ 지방자치단체는 에너지 소비, 온실가스 배출 주체이자 문제 해결의 주체로서 도시개발과 계획, 토지이용, 교통, 산업 지원 등 에너지 및 온실가스 감축 관련 의사결정 과정에 직간접적

인 권한을 행사할 수 있으며, 지역 특성에 맞는 해결책 마련하여 시행할 수 있음

○ 수요맞춤형 에너지 서비스 발굴·시행과 모니터링, 시민과 가까이에서 정보제공과 교육, 홍보를 통해 생활양식 변화를 통한 에너지 절약을 유도할 수 있음

□ 에너지분권을 위한 행정조직 개편 및 역할 조정 필요

○ 분산형 에너지 자원에 대한 총괄 조정 기능을 수행하는 전담조직 설치

○ 에너지 분권을 위한 중앙과 지방의 업무 배분·조정

○ 에너지 전담조직 확대 및 행정기능 강화와 이에 따른 유관 중앙기관의 역할 조정

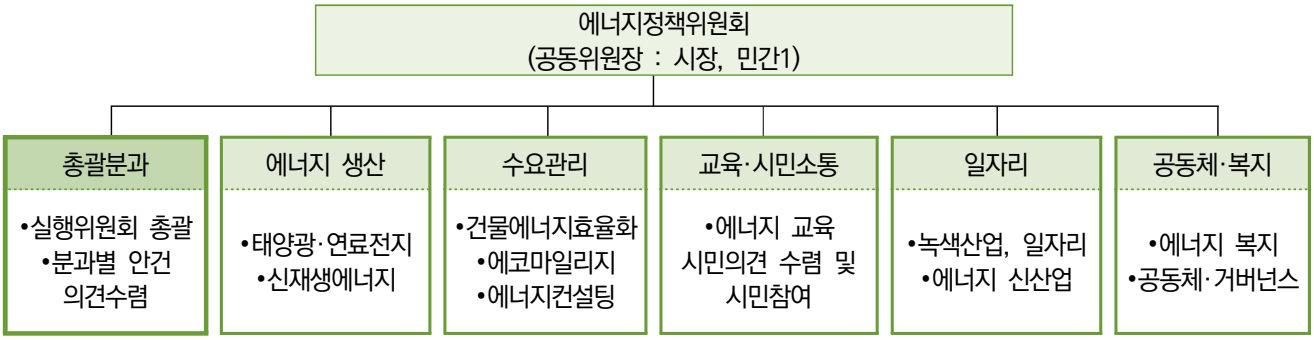
2) 에너지 거버넌스 구축 및 운영

□ 서울시 에너지 위원회 현황

○ 2019년 3월 서울시 「에너지 조례」에 근거하여 원전하나줄이기 시민위원회와 실행위원회를 통합, '서울시 에너지정책위원회'가 출범함

○ 원전하나줄이기 시민위원회와 실행위원회는 2012년 구성된 거버넌스 형태의 위원회로 지난 7년 동안 서울의 원전하나줄이기 정책의 성공적 추진을 위해 정책을 주도적으로 수립하고 방향을 제시 하는 등 활발한 활동을 수행해옴

○ 서울시 에너지정책위원회는 시민단체와 전문가, 기업인, 언론인, 법조인 등 각계각층을 대표하는 시민으로 구성되었으며, 에너지 사업계획의 수립, 변경에 관한 사항과 에너지 사업계획 집행에 관한 사항을 담당하며 생산분과, 수요관리(효율화·절약)분과, 교육·시민소통분과, 일자리분과, 공동체·복지분과로 구성됨



〈그림 9-11〉 에너지정책위원회 구성

□ 서울에너지공사 설립·운영 현황

○ 서울시는 에너지정책 총괄 실행기관으로 2016년 12월 '서울에너지공사'를 설립하고 친환경·분산형 에너지 공급, 저소비형 에너지 보급, 나눔형 에너지 확대, 지역간 상생협력 사업을 추진하고 있음

다. 연차별 추진 계획

〈표 9-6〉 수요관리 중장기 사업계획

단위사업	단위사업 규모	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
에너지다소비건물 에너지 효율화	에너지 효율화(개소)	39	77	114	149	183	217	366	493	600
상업건물 에너지 효율화	BRP개소(개소)	3,000	6,000	9,000	12,000	15,000	18,000	33,000	48,000	63,000
공공건물 에너지 효율화	교육복지건물 적용면적(㎡)	39	45	52	60	70	81	172	364	770
	업무시설 적용면적(㎡)	29	34	39	45	53	61	130	274	580
	의료시설 적용면적(㎡)	18	21	24	28	33	38	80	169	358
사회복지시설 BRP	사회복지시설 BRP개소(개소)	50	100	150	200	250	275	400	525	625
주택 BRP	BRP개소 (천개소)	20	40	60	80	100	120	220	320	420
공공 임대주택 BRP	BRP개소 (천개소)	4.5	9	13.5	18	22.5	27	49.5	72	94.5
녹색건축물 설계기준 적용	주거 건물 적용면적(㎢)	5,637	11,274	16,912	22,549	28,186	33,823	62,009	90,195	118,381
	비주거 건물 적용면적(㎢)	2,904	5,808	8,712	11,616	14,520	17,424	31,944	46,464	60,984
친환경보일러	보급 대수(천대)	207	232	260	291	326	365	644	1,135	2,000
수요반응자원	수요반응자원(㎿)	25	40	55	70	85	100	171	292	500
	발령시간(시간)	25	29	33	38	44	51	106	218	450
민간부문 LED 보급	보급량(만대)	2,285	2,582	2,878	3,175	3,471	3,768	4,153	4,538	5,000
에코마일리지	회원수(천명)	2,300	2,331	2,362	2,394	2,426	2,458	2,627	2,807	3,000

〈표 9-7〉 에너지 공급 중장기 사업계획

단위사업	단위사업 규모	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
태양광	보급용량(㎿)	583	779	1,015	1,087	1,165	1,248	1,760	2,482	3,500
태양열	보급용량(㎢)	177	177	177	177	177	177	250	250	350
풍력	보급용량(㎿)	0.14	0.17	0.21	0.26	0.31	0.38	1.06	2.94	10.00
소수력	보급용량(㎿)	0.66	0.66	0.66	1.36	1.46	1.56	2.06	2.56	3.06
발전용 연료전지	보급용량(㎿)	200	250	300	300	300	350	400	450	450
건물형 연료전지	보급용량(㎿)	5	10	15	20	20	20	140	280	350
자가열병합	보급용량(㎿)	100	100	100	100	100	100	130	140	150
노원자원회수시설 스팀 터빈	보급용량(㎿)	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
하수슬러지 가스 발전	보급용량(㎿)	-	-	-	-	-	-	4	7	7
바이오	보급용량(㎿)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
잉여열 연계 지역난방 활용	에너지 생산량(천TOE)	78	78	78	78	78	78	78	78	78
상수열	보급용량(RT)	4,192	5,998	7,804	9,610	11,416	13,222	86,200	150,850	215,500
하수열	보급용량(천Gcal/h)	350	350	350	350	350	350	503	594	700
지열	보급용량(㎿)	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	96.1	112.6	130.6
폐기물	보급용량(㎿)	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7	25.7

〈표 9-8〉 수요관리 중장기 사업계획별 에너지 절감량

(단위: 천TOE)

단위사업		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
에너지다소비건물 에너지 효율화	아파트	10	20	30	39	48	57	98	133	164
	아파트 외	35	68	100	131	161	189	318	426	515
	산업	20	40	59	78	96	113	192	259	315
	소계	65	128	189	248	305	360	608	817	994
상업건물 에너지 효율화		92	185	277	369	461	554	1,015	1,476	1,938
공공건물 에너지 효율화	교육복지	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	2.4	5.0	10.7
	업무시설	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.9	4.0	8.5
	의료시설	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	2.0	4.3	9.2
사회복지시설 BRP		1	2	3	4	5	6	8	11	13
주택 BRP		7	13	20	27	33	40	73	106	140
공공 임대주택 BRP		3	6	9	12	15	18	33	48	63
녹색건축물 설계기준 적용	주거	12	23	35	46	58	69	127	185	242
	비주거	17	35	52	69	87	104	191	277	364
친환경보일러		34	38	42	47	53	59	104	184	324
수요반응자원		0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.22	0.78	2.74	9.67
민간부문 LED 보급		80	159	239	318	398	477	581	684	808
에코마일리지		150	152	154	156	158	160	171	183	196

〈표 9-9〉 에너지 공급 사업계획별 에너지 생산량(최종에너지)

(단위: 천TOE)

단위사업	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
태양광	59	78	102	109	117	125	177	249	352
태양열	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	3.8	3.8	5.4
풍력	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.12	0.32	1.10
소수력	0.17	0.17	0.17	0.36	0.38	0.41	0.54	0.68	0.81
발전용 연료전지	136	170	203	203	203	237	271	305	305
건물형 연료전지	3.4	6.8	10.2	13.6	13.6	13.6	94.9	189.8	237.3
자가열병합	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	24.5	26.4	28.3
노원자원회수시설 스팀 터빈	6	6	6	6	6	6	6	6	6
하수슬러지 가스 발전	-	-	-	-	-	-	2.1	3.7	3.7
바이오	77	77	77	77	77	77	77	77	77
잉여열 연계 지역난방 활용	78	78	78	78	78	78	78	78	78
상수열	1.7	2.4	3.2	3.9	4.7	5.4	35.2	61.6	88.0
하수열	35	35	35	35	35	35	50	59	70
지열	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	15.5	18.1	21.0
폐기물	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6

라. 소요 비용[91]

1) 소요 비용 산정 방법

○ 다음의 '사업비 산정철차'와 같이 소요비용을 산정함

○ 사업비 산정시 서울시 공식 홈페이지 자료를 우선 적용함

- 서울시 사업비 집행 실적은 서울정보소통광장(https://opengov.seoul.go.kr/), 서울열린데이터광장(http://data.seoul.go.kr/), 서울정책아카이브(https://seoulsolution.kr/) 등으로부터 자료를 수집하여 적용함

○ 서울시 공식 자료가 없는 경우에는 유사 사례를 조사하여 적용

□ 사업비 산정절차

○ 중장기 사업 계획으로부터 사업량 산정

○ 사업별 단위비용 산정

○ 사업량과 단위비용을 곱하여 사업별 소요비용 산정

□ 사업비 산정시 고려사항

○ 사업별 단위비용은 서울시의 실제 실적을 우선적으로 반영함. 사업량 대비 사업비로 단위사업비를 산정

○ 사업비 산정시 유지관리비는 포함하지 않음

○ 노후화에 따른 철거 및 재설치 비용은 고려하지 않음

○ 미래의 투자비는 현가(present value)로 환산하지 않음. 즉, 할인율은 고려하지 않음(할인율 = 0.0%)

91) 소요 비용은 당해 연도의 필요 소요 예산을 의미함

2) 에너지 수요관리부문 소요 비용

〈표 9-10〉 에너지 수요관리부문 사업별 소요 비용

(단위: 백만원)

사업명		재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
에너지다소비건물 에너지 효율화		국비	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-
		민간	1,780,000	1,490,000	1,270,000	1,070,000
		소계	1,780,000	1,490,000	1,270,000	1,070,000
상업건물 BRP		국비	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
		시비	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
		민간	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
		소계	15,000,000	15,000,000	15,000,000	15,000,000
공공건물 에너지 효율화	교육복지시설	국비	8,874	18,766	39,687	83,930
		시비	8,874	18,766	39,687	83,930
		민간	-	-	-	-
		소계	17,747	37,532	79,373	167,859
	업무시설	국비	3,232	6,835	14,454	30,564
		시비	3,232	6,835	14,454	30,564
		민간	-	-	-	-
		소계	6,465	13,670	28,907	61,128
	의료시설	국비	4,124	8,722	18,445	39,007
		시비	4,124	8,722	18,445	39,007
		민간	-	-	-	-
		소계	8,249	17,444	36,890	78,013
사회복지시설 BRP		국비	56,250	31,250	31,250	25,000
		시비	56,250	31,250	31,250	25,000
		민간	-	-	-	-
		소계	112,500	62,500	62,500	50,000
주택 BRP		국비	405,784	405,784	405,784	405,784
		시비	405,784	405,784	405,784	405,784
		민간	-	-	-	-
		소계	811,568	811,568	811,568	811,568
공공 임대주택 BRP		국비	8,921,250	8,921,250	8,921,250	8,921,250
		시비	8,921,250	8,921,250	8,921,250	8,921,250
		민간	-	-	-	-
		소계	17,842,500	17,842,500	17,842,500	17,842,500
녹색건축물 설계기준 적용	주거	국비	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-
		민간	11,654,908	11,654,908	11,654,908	11,654,908
		소계	11,654,908	11,654,908	11,654,908	11,654,908
	비주거	국비	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-
		민간	2,904,011	2,904,011	2,904,011	2,904,011
		소계	2,904,011	2,904,011	2,904,011	2,904,011

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
친환경보일러	국비	18,915	33,339	58,764	103,579
	시비	12,610	22,226	39,176	69,053
	민간	78,977	139,207	245,367	432,487
	소계	110,502	194,772	343,308	605,119
수요반응자원	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	33,600	66,992	114,555	195,886
	소계	33,600	66,992	114,555	195,886
민간부문 LED 보급	국비	29,657	7,700	7,700	9,240
	시비	29,657	7,700	7,700	9,240
	민간	237,253	61,600	61,600	73,920
	소계	296,567	77,000	77,000	92,400
에코마일리지	국비	2,514	2,686	2,871	3,068
	시비	33,395	35,689	38,140	40,760
	민간	-	-	-	-
	소계	35,909	38,375	41,011	43,828
승용차 마일리지	국비	-	-	-	-
	시비	8,342	1,668	556	556
	민간	-	-	-	-
	소계	8,342	1,668	556	556
나눔카	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	75,000	125,000	125,000	-
	소계	75,000	125,000	125,000	-
도시철도 확대	국비	597,400	-	-	-
	시비	2,090,900	-	-	-
	민간	3,285,700	-	-	-
	소계	5,974,000	-	-	-
중앙버스전용차로 확대	국비	-	-	-	-
	시비	254,955	-	-	-
	민간	-	-	-	-
	소계	254,955	-	-	-
보도율 확대	국비	-	-	-	-
	시비	289,533	289,533	289,533	289,533
	민간	-	-	-	-
	소계	289,533	289,533	289,533	289,533
자전거도로 확대	국비	-	-	-	-
	시비	353,302	353,302	201,887	201,887
	민간	-	-	-	-
	소계	353,302	353,302	201,887	201,887

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
공공자전거 이용 확대	국비	-	-	-	-
	시비	20,500	25,500	30,500	34,000
	민간	-	-	-	-
	소계	20,500	25,500	30,500	34,000
공유 개인교통수단 이용 확대	국비	1,690	507	254	85
	시비	-	-	-	-
	민간	32,110	9,633	4,817	1,606
	소계	33,800	10,140	5,070	1,690
전기차 점유율 증가	국비	854,123	941,725	1,927,251	2,628,070
	시비	468,726	516,800	1,057,638	1,442,234
	민간	2,989,430	3,296,038	6,745,380	9,198,246
	소계	4,312,279	4,754,564	9,730,269	13,268,549
수소차 점유율 증가	국비	1,171,815	1,592,466	3,725,770	5,228,097
	시비	651,008	884,703	2,069,872	2,904,498
	민간	1,765,534	2,399,316	5,613,494	7,876,999
	소계	3,588,357	4,876,486	11,409,136	16,009,594
친환경 시내버스 보급 확대	국비	139,955	236,960	277,688	43,690
	시비	139,955	236,960	277,688	43,690
	민간	391,873	663,488	777,525	122,331
	소계	671,782	1,137,408	1,332,900	209,710

3) 에너지 공급부문 소요 비용

〈표 9-11〉 에너지 공급부문 사업별 소요 비용

(단위: 백만원)

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
태양광	국비	99,686	76,796	108,310	152,758
	시비	99,686	76,796	108,310	152,758
	민간	797,489	614,364	866,483	1,222,064
	소계	996,861	767,956	1,083,104	1,527,580
태양열	국비	-	10,246	-	14,000
	시비	-	10,246	-	14,000
	민간	-	30,737	-	42,000
	소계	-	51,229	-	70,000
풍력	국비	49	136	376	1,411
	시비	49	136	376	1,411
	민간	147	408	1,129	4,233
	소계	245	679	1,882	7,055
소수력	국비	1,320	733	733	733
	시비	1,320	733	733	733
	민간	3,960	2,200	2,200	2,200
	소계	6,600	3,667	3,667	3,667
발전용 연료전지	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	538,650	179,550	179,550	-
	소계	538,650	179,550	179,550	-
건물형 연료전지	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	53,865	430,920	502,740	251,370
	소계	53,865	430,920	502,740	251,370
자가열병합	국비	-	-	-	-
	시비	-	68,970	22,990	22,990
	민간	-	-	-	-
	소계	-	68,970	22,990	22,990
하수슬러지 가스 발전	국비	-	-	-	-
	시비	-	23,600	17,700	-
	민간	-	-	-	-
	소계	-	23,600	17,700	-
잉여열 연계 지역난방 활용	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	-	-	-	-
	소계	-	-	-	-
상수열	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	41,407	334,627	296,442	296,442
	소계	41,407	334,627	296,442	296,442
하수열	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	-	39,127	23,058	27,198
	소계	-	39,127	23,058	27,198
지열	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	-	38,784	24,890	26,913
	소계	-	38,784	24,890	26,913

4) 총 소요 비용

□ 소요 비용 총괄

○ 2040년까지 수송, 건물, 에너지 공급 부문에 총 290조원의 비용이 소요될 것으로 예상

- 민간부문 재원이 가장 많이 필요할 것으로 예상되며 그 다음 국비, 시비 순임
- 건물부문이 202조원으로 가장 많은 재원이 소요될 것으로 예상되며, 이어서 수송부문 80조원, 에너지 공급 부문 8조원으로 예상됨

〈표 9-12〉 부문별 소요 비용

(단위: 백만원)

부문	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
합계	국비	13,816,637	13,795,902	17,040,587	19,190,264
	시비	15,353,452	13,447,171	15,093,670	16,232,876
	민간	38,663,915	36,480,910	43,413,148	47,402,813
	합계	67,834,003	63,723,982	75,547,405	82,825,954
수송부문	국비	2,764,982	2,771,658	5,930,963	7,899,941
	시비	4,277,220	2,308,467	3,927,674	4,916,398
	민간	8,539,647	6,493,475	13,266,215	17,199,181
	합계	15,581,849	11,573,601	23,124,852	30,015,520
건물부문	국비	10,950,599	10,936,333	11,000,204	11,121,421
	시비	10,975,176	10,958,223	11,015,886	11,124,586
	민간	28,688,750	28,316,718	28,250,441	28,331,212
	합계	50,614,526	50,211,273	50,266,531	50,577,219
에너지 공급 부문	국비	101,055	87,910	109,420	168,902
	시비	101,055	180,480	150,110	191,892
	민간	1,435,518	1,670,717	1,896,492	1,872,420
	합계	1,637,628	1,939,108	2,156,022	2,233,215

제 10 장
정책 건의

가. 법 · 제도적 지원 방안
나. 재정적 지원 방안
다. 이행평가 방안

10 정책 건의

가. 법 · 제도적 지원 방안

1) 에너지 공급 관련 법령 및 제도 개선

(1) 건물외벽 · 시설물 적용 태양광 REC 가중치 기준 개선

□ 건물일체형 태양광의 REC 가중치 1.5 적용의 필요성

○ 서울시와 같은 대도시는 건축물, 시설물을 활용한 태양광 설치사업이 필수적

- 도시에서 적용성이 높은 건물일체형 태양광의 REC 가중치 1.5가 적용이 가능토록 관련 기준을 개정하여 에너지 신기술 발굴 및 태양광보급 확산에 기여
- 한정된 도시공간을 효율적으로 사용하기 위해 일체형 태양광 가중치 필요
- 건물외벽 및 건물일체형 태양광은 지붕 대비 공간효율성 더 높으며 도시 디자인 및 비용측면에서도 효과적

○ 건물 · 시설물 일체형 태양광은 일반 태양광에 비해 설치단가가 높으므로 이를 보완할 필요성이 있음

- 발전사업자의 수익보전 측면에서 건축물 · 시설물 일체형 태양광에 대한 지원 필요

□ 발전사업허가를 받은 이후 건축물사용 승인을 받아도 BIPV에 대해 우대가중치 적용해야

○ 신규 건축물에 건물일체형 태양광발전설비를 설치할 경우 발전사업허가를 받은 이후 건축물 승인을 받을 시 우대가중치 적용을 받지 못할 수 있음

- 건축물 등 기존시설물에 태양광 발전설비를 설치할 경우, 발전원가 및 부대비용이 상대적으로 높은 점을 고려하여 가중치 1.5를 부여하고 있으나, 건축물 승인이후 발전사업허가를 받아야만 가중치 적용이 됨

□ 신기술을 적용한 태양광 발전설비에 가중치 1.5 적용 필요

○ '신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침'에 따라 BIPV형 모듈은 신재생에너지센터의 심사결과에 따라 가중치가 결정되어 경제성 예측이 불확실하므로 신기술을 적용한 발전사업자의 참여가 어려우므로 처음에는 1.5를 적용하는 것이 바람직 함

- 동부간선도로 확장공사의 일부로 기존 오롯지하차도 방음벽 위에 479m 길이의 세계 최초 태양광 일체형 방음터널이 건설되었으나 신설 후에도 가중치가 미정인 사례가 있음

〈그림 10-1〉 동부간선도로 상계구간에 설치된 태양광 일체형 방음터널

(2) 공동주택 세대전용 미니태양광 설치 규제 완화

□ 베란다 거치형 미니태양광 설치 규제 완화의 필요성

○ 공동주택 베란다는 대도시에서 재생에너지를 생산할 수 있는 중요한 공간임

- 공동주택 주민의 유일한 재생에너지 이용 수단인 베란다 거치형 미니태양광 설치 규제를 완화함으로써 재생에너지 보급을 확대할 수 있음
- 현 규정상 태양광 설비는 외부 돌출물로 분류되어 미니태양광 설치 시 관리주체의 동의 필수
- 막연한 안전상의 이유로 관리주체가 반대하는 경우 설치 어려움

□ 도심 특성을 고려한 재생에너지 규제 완화

○ 관리주체의 안전 우려 해소를 위해, 공인기관 안전시험성적서, 설치업체의 보증보험증서 등에 대해 관리주체의 확인만으로도 설치할 수있도록 해야 함

- 표준규격을 만들어 표준 안전검사 실행 및 안전관련 인증기준 마련, 전용 보험상품 개발 등을 통해 제도 보완

(3) 주택용 태양광 발전량 상계처리 시 가중치 부여

□ 누진제 개편으로 인한 주택용 태양광 설치 동기 감소

○ 누진제 개편으로 주택용 태양광 투자비 회수기간 증가

○ 현재 발전설비용량 1,000㎾ 이하 태양광발전설비 설치자 등은 전기계기 등을 이용하여 발전전력과 수전전력을 등가비율(1:1)로 상계처리

- 높은 초기비용 부담에 비해 전력요금 절감효과는 분산되어 보급 확대를 위한 유인기제가 부족하므

로 투자비용의 조기 회수 가능토록 조치 필요

- 특히, 발전사업자는 RPS제도를 통해 일정 수준 소득이 보장되는 반면 시민이 자발적으로 설치한 자가용 태양광에 대한 인센티브가 부족한 상황

□ 전력 상계처리 시 상계비율 조정 등을 통해 설치 유인기제 확보 필요

○ 정부지원이 없는 태양광 생산전력에 대한 상계처리비율 조정으로 투자비 조기회수가 가능하도록 하여 자발적 설치 유도 필요

- 소규모 태양광 발전시설 보급 확대를 위한 소규모 태양광 생산전력의 상계비율 인상(수전전력 1 : 발전전력 1.2)
- 정부 보조금 미지원 태양광시설 생산전력의 계통 송전가격에 대한 가중치 부여로 자율적 보급 확대 유도(수전전력 1 : 발전전력 1.5)

(4) 공원 · 녹지 내 태양광 설치 가능 범위 확대

□ 도시공원 내 태양광 설치 제한 기준의 엄격함

○ 도시공원 내 태양광 설치가 가능한 곳은 건축물 위, 주차장만 가능

- 기존 식생 중심 판단으로 태양광 발전설비를 단순 전기설비로 간주
- 도시공원 내 태양광 설치 허용범위를 확대함으로써 식생 자연 환경과 환경친화적 재생에너지가 조화된 도시공원을 조성할 수 있음

○ 벤치, 운동 기구 등의 상부에 차양 형태로 설치하는 등 디자인 개발 가능성 제한

- 시민 편의 시설인 벤지, 운동기구, 산책로 등에 차양이나 지붕형태로 설치하면 햇빛이 강하거나 비가 오더라도 편리하게 이용할 수 있어 이용객에 대한 편의증진 효과가 크지만 현재 기준으로는 설치 어려움

□ 도시공원 점용허가 기준 개정 필요

○ 재생에너지와 자연보호는 상호보완 관계로 도시공원 점용허가 기준 개정을 통해 태양광 발전설비 설치 범위 확대 필요

- 도시공원 중 공원기능을 저해하지 않으면서 태양광 설치가 가능한 광장, 도로, 보행로, 교량으로 태양광 설치 범위를 확대 필요
- 유동인구가 많은 공원 내 태양광 확대로 생활 속 재생에너지 체감률과 태양광 설비에 대한 시민인식 제고

○ 태양광 설비의 눈부심 현상은 유리나 플라스틱 등의 생활시설물보다 낮아 이용객에 불편이 없음

- 또한 눈부심을 유발하는 휘도(luminance)는 거리에 따라 변하지 않기 때문에 이격거리 규제 근거가 될 수 없음

(5) 주택 내 활용 가능한 BIPV 태양광설비 KS인증기준 개정

□ 도시미관 및 효율성 향상 위한 다양한 미니태양광 모델 개발 필요

○ 공동주택 전면 발코니에 미니태양광 설치 시 효율과 미관 및 건물 경관 디자인을 고려하기 위해 설치 모델의 다양화 필요

- 발코니 환경을 고려한 다양한 형태의 태양광 모듈 보급을 위해 BIPV 방식의 태양광 설비 등 신제품 개발수요 반영 필요

□ BIPV 제품 중 유리 이외 재료에 대한 KS인증기준 개정의 필요성

○ 국가기술표준원 한국산업표준(KS) '건물일체형 태양광 모듈(BIPV)-성능평가 요구사항(KS C 8577)' 인증심사 기준의 한계로 BIPV 등 신제품 보급에 난항

- 현행 시험법은 대규모 발전단지에 적합하도록 시험 방법이 정해져 있음
- 해당 인증 기준에는 전면 및 후면재료가 유리로만 제시되어 있어 현재 개발 중인 공동주택에 적용 가능한 BIPV 제품 중 상단이 유리 외의 재료를 사용한 제품은 인증 취득이 불가함
- 한국에너지공단에서 KS인증심사기준 개정을 추진하고 있으나 국가기술표준원의 한국산업표준(KS) 개정이 우선 필요하여 지연되고 있음

○ 시민들의 요구에 맞도록 미관을 개선하고 고품질의 제품을 보급하기 위해 BIPV 제품 중 유리 이외 재료에 대한 KS인증기준 조속한 개정이 요구됨

- 적용 범위를 유리 외에 모듈도 포함할 수 있도록 변경해야 유리 이외 제품도 KS인증을 할 수 있음
- 시험 방법과 품질 기준도 유리 기준으로 되어있어 모듈 외관에 크랙, 구부러짐, 갈라짐 등이 없는지를 확인함. 따라서 구부러진 형태를 가진 제품의 경우 인증을 받기 어려워 관련 업계의 기술개발에 따른 유연성 있는 신제품 개발 및 보급을 위한 품질 기준도 마련되어야 함

(6) 효율적 전력공급 체계를 위한 전력 판매시장 개방

□ 소규모 판매시장 도입의 필요성

○ 전력생산자는 다수이나 판매사업자는 독점형태로 시장원리를 반영 하지 못하고 있어, 소비자 편익증진과 전력산업 발전을 위해 판매시장 개방이 필요함

- 전력생산은 한전 자회사를 비롯한 대규모 발전사업자와 소규모 분산형 발전사업자가 하고 있으나, 전력소매는 한국전력공사 독점
- 전기사업법에 전기판매사업은 산업통상자원부장관의 허가사항으로 명시되어 있으나, '한국전력공사법'에 의거 한국전력공사만 전기판매사업을 허용하고 있어 실제 한전만 전기판매사업을 할 수 있음

○ 전력생산자 및 소비자의 선택적 사용기회의 차단과 전력매입 및 판매가격 등 시장원리의 왜곡이 발생하고 있음

□ **소규모전력시장 도입과 함께 전력공급 계통망 공유도 필요**

○ 한국전력공사의 전력공급 계통망을 타 전기판매사업자가 공유할 수 있도록 해야 함

- 전력판매를 위해 장거리 송신을 위한 전력계통망이 필요하나 신규 계통망 구축을 위해서는 비용이 매우 높아 신규사업자 진입이 어려우므로 기존 전력공급망의 공동이용이 필요
- 한전 계통망의 이용이 필요하므로 산업통상부장관의 이용조건 등의 조정권 필요

○ 전기판매시장의 민주화에 따라 전력수요에 대응하여 수익을 높일 수 있는 장소 및 발전에너지원별 효율적 구조화 등 가능

- 전력수요 근접거리에서 발전사업자가 생산전력을 직판할 경우 송전손실 감소와 지역별 유리한 발전에너지원을 사용하여 저가판매 가능성 등으로 소비자 편익 증진

(7) 집단에너지 공사비 부담금 지원

□ **집단에너지 공사비 부담금 지원 필요**

○ 집단에너지(지역난방)는 온실가스 감축, 미세먼지 저감, 미세먼지 전구물질(NOx 등) 저감 효과가 탁월하며, 집단에너지(지역난방) 열수송관 수명은 20년 이상으로 콘덴싱 보일러의 3배임

- 2022년까지 서울시 노후된 보일러 90만대 교체 예정 → 90만대 교체 시 1,800억원의 예산 필요(1대당 20만원의 지원금)
- 콘덴싱 보일러의 수명은 7~10년에 불과 → 연간 40만대 이상 교체 필요(연간 800억원의 소요예산 필요)

○ 현재 서울시에서 지원하고 있는 보조금 사업과 연계하여 효율적인 집단에너지의 공사비 부담금 지원제도가 마련되어야 함

(8) 집단에너지 사업에 대한 시도지사의 책무 확대

□ **지자체별 집단에너지공급 계획 수립의 필요성**

○ 집단에너지는 에너지 효율이 높을 뿐만 아니라 환경개선효과도 탁월

- 에너지 수요처에서 생산하여 공급하기 때문에 송전혼잡, 송배전 손실 등을 최소화
- 집단에너지는 전국적 네트워크가 아닌 지역 네트워크 중심임

○ 집단에너지는 시도시사가 추진하여야 할 대표적인 지역에너지임에도 불구하고 정책적인 관심은 적음

○ 시도지사는 지역의 집단에너지 공급계획을 수립하도록 집단에너지사업법에 명시하여야 함

- 시도지사는 5년마다 집단에너지공급계획 수립
- 기존의 집단에너지 공급지역 중 인구 50만 이상인 기초자치단체의 장도 집단에너지 공급계획을 수립하도록 지자체장의 책무를 확대하여야 함

□ **집단에너지 공급대상지역 지정 권한 시도지사에게 위임**

○ 일정 규모 이하의 개발사업이나 기존 집단에너지공급지역 주변의 개발사업 등에 대해 시도지사가 집단에너지 공급대상지역으로 지정할 수 있도록 위임하여야 함

- 기존 집단에너지 공구지역 주변지역의 기존 건물에 대해 시도지사가 집단에너지 공급대상지역으로 지정할 수 있도록 위임

□ **집단에너지 요금 결정권 시도지사에게 위임**

○ 집단에너지설비의 규모, 열원구성, 건물의 밀집 정도 등에 따라 공급원가는 크게 영향을 받기 때문에 정부의 획일적인 기준보다는 지역의 특성에 따라 시도지사가 결정하는 것이 바람직함

□ **열생산 시설의 인허가 사항 시도지사에게 위임**

- 열생산 시설 설치 및 변경은 산업통상자원부 장관의 허가 사항임
- 일정 규모 이하의 열생산 시설의 신설 또는 변경 등에 관한 인허가는 시도지사에게 위임하여야 함

2) 수요관리 관련 법령 및 제도 개선

(1) 에너지다소비건물 관리강화 및 감독권한 위임

□ **에너지다소비건물 서울시 에너지 소비량의 약 13% 차지**

○ 2017년 기준 서울시 에너지소비량의 약 13%를 차지하는 에너지다소비건물(공동주택 제외)의 에너지 사용량과 수가 계속적으로 증가하고 있어 효율적 관리기준 마련·지도관리 강화 등이 절실한 실정임

- 2012년 271개소였던 에너지다소비건물은 2018년 328개소로 약 21% 증가, 에너지사용량도 2012년 1,667천TOE에서 2018년 1,991천TOE로 약 19.4% 증가함
- 다소비건물 전기사용량은 큰 폭으로 증가(가정용 2%↓, 다소비건물 18%↑)

〈표 10-1〉 에너지다소비건물과 가정용 전기사용량 비교

구 분	다소비건물			가 정 용		
	2012년	2017년	증가율	2012년	2017년	증가율
전기사용량(GWh)	5,983	7,066	18.1%	13,401	13,131	-2.0%

□ **지방자치단체는 에너지다소비업체 에너지관리지도에 대한 권한이 없음**

○ 지역에너지계획을 수립하여야 하는 지방자치단체가 에너지다소비업체 에너지관리지도 권한 부재로 효율적 정책 추진 곤란

- 법령에 따른 에너지다소비사업자 관리는 한국에너지공단에서 시행

- 에너지관리에 대한 정보, 다소비건물의 에너지진단 여부, 효율개선사항 발굴 등에 관한 공유 필요

□ 에너지다소비사업장의 효율적 에너지관리를 위한 관련 조항 신설 및 권한 위임 필요

○ 에너지관리자에 대한 법적 관리업무 및 의무사항 부과 조항 신설

- 에너지다소비업자는 에너지 효율관리를 위하여 에너지관리자를 선임하고 에너지 사용량 신고, 에너지 절약계획 수립, 에너지사용량 모니터링 및 노후개선 등의 전담업무를 부여

○ 지방자치단체에서 에너지진단업무 중 에너지관리지도 및 에너지손실 요인 개선명령 등이 가능토록 위임

- 한국에너지공단 위탁업무 지속 시행 및 지방자치단체에서도 다소비 건물의 에너지효율화 및 온실가스 감축에 필요한 사항 규정 필요
- 에너지 효율관리 의무 미이행에 따른 과태료 부과 조항 신설

○ 에너지다소비업자의 에너지 사용량 실시간 모니터링 및 점검체계 구축

- 전년도 신고량 대비 5%이상 증가 시, 에너지진단 및 점검계획 실시

○ 에너지다소비사업자 개선명령 대상 확대

- 에너지관리 지도결과 에너지효율 개선 10% 이상을 5% 이상으로 완화

(2) 노후 건축물 에너지진단 통한 효율 개선

□ 에너지 손실이 많은 노후건축물에 대한 관리의 필요성

○ 전체 건축물 중 사용승인일이 20년 이상 경과된 노후 건축물이 77%를 차지하고 있으나 에너지 손실부분에 대한 효율관리 방안이 없음

- 건축물 62만동 중 사용승인일 20년 이상 지난 건축물 48만동('16년)

○ 노후 건축물은 단열성능 약화, 설비 노후화 등으로 에너지효율이 저하되어 에너지사용량 및 유지관리 비용 증가

- 특히 2001년(신축 건축물 단열성능 강화) 이전에 설계된 건축물의 에너지 손실이 많을 것으로 예상됨

□ 전문기관의 노후 건축물 에너지 진단과 건물주의 에너지절약시설 교체 등을 통한 효율개선 필요

○ 연면적 3천㎡ 이상이며 사용승인일이 20년 이상 경과된 건축물의 소유자는 건축물에 대해 에너지진단을 실시하고 효율개선토록 제도화

- 전문기관은 에너지효율이 저하된 노후 건축물을 진단하고, 건물주는 에너지 손실부분에 대해 에너지절약시설로 교체하는 등 효율개선 필요

3) 통계의 접근성 향상 및 통계조사 내용의 확대

(1) 국가에너지통계종합정보시스템 및 K-APT 정보 접근성 개선

□ K-APT 정보를 지역단위로 다운로드 기능 제공

○ K-APT는 개별아파트단지 정보를 인터넷을 통해 제공함에도 불구하고 행정구역 내 전체 아파트단지에 대한 정보를 제공받으려면 장관의 승인을 요구함

○ 행정구역 내 공동주택의 에너지 효율을 비교분석하여 공동주택 에너지 정책을 추진할 수 있도록 행정구역 별 개별 아파트단지의 기초정보와 에너지소비량을 다운로드에 필요한 기능 개선 필요

□ 국가에너지통계종합정보시스템의 접근성 제고

○ 국가에너지통계종합정보시스템도 개방적이지 않고 폐쇄적으로 운용되고 있음

- K-APT 자료와 마찬가지로 자료를 이용하려면 장관의 승인을 요구함

○ 건물에너지소비량이 개인정보보호 대상인가에 대한 검토 필요

○ 보호되어야 할 정보는 암호화한 후 제공할 필요가 있음

(2) 지역에너지 통계 세분화

□ 기초지자체 단위 통계의 필요성

○ 지역에너지 통계는 광역자치단체 에너지 통계만 제공하고 있음

- 기초자치단체의 에너지 정책 추진하려면 기초자치단체 수준의 에너지 통계 필요

□ 월 단위의 통계의 필요성

○ 지역에너지 통계는 에너지에 관한 연간 통계만 제공하기 때문에 여름과 겨울철의 에너지 수요 변화를 파악할 수 없음

- 예를 들어 업무용 건물의 경우 겨울이 따뜻하여 난방에너지 에너지 소비량이 감소하고 여름철 냉방 에너지 소비량이 증가하더라도 에너지 소비량 변화가 없는 것처럼 보일 수 있음

○ 에너지원별 계절수요변화를 파악하여야 냉방 또는 난방 수요를 분석하여 관련 정책을 수립할 수 있음

□ 에너지총조사 사업 추진 시 지역별 유의미한 결과 도출 위한 통계 다양화 필요

○ 1인가구 증가나, 고령화, 다문화 가구 증가, 외국인 증가 등 인구특성 변화를 반영하여 기초자치단체 수준에서도 유의미하도록 조사 사업 확대필요

○ 가구주가 여성일 경우 에너지 비용이 높은 것으로 나타나는 점을 고려하여 성별에 따른 에너지소비 특성을 파악할 수 있도록 통계자료 구축 필요

(3) 복지수혜 대상자에 대한 에너지 통계작성

□ 정기적인 실태조사의 필요성

○ 에너지복지는 지방자치단체장이 주요 정책으로 다루어야 할 정책임

○ 국민기초생활보장수급자, 차상위계층, 장애인, 노인 등 에너지복지 정책의 대상자에 대한 기초 통계를 확립할 필요가 있음

○ 매년 또는 2년마다 실태조사를 통해 에너지복지 정책 추진에 활용

□ 성별영향을 고려한 에너지복지 정책을 추진할 수 있도록 관련 통계작성

○ 성별에 따라 사회문화적인 이유로 에너지 소비 패턴의 차이가 있으므로 이러한 차이를 고려한 정책 추진 필요

○ 기초 통계 작성 시 성별을 구별하여 통계작성 필요

나. 재정적 지원 방안

1) 전력산업기반기금 개편

□ 전력산업기반기금의 여유재원은 4조원을 넘지만 지방지치단체에 대한 지원은 미미

○ 전력산업기반기금은 현재 3.7%의 비율로 전기소비자에게 부과되고 있으며 여유재원은 2018년에 4조원을 넘어섬

〈표 10-2〉 전력산업기반기금 여유재원 누적액

(단위: 억원)

연도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
여유재원	2,552	3,914	5,036	7,207	11,475	18,076	23,980	29,968	37,122	41,848

주: 2009~2018년은 결산기준

○ 에너지공단은 최종 수혜자에게 직접적 지원을 지양하고 광역자치단체와 협업을 통해 사업을 추진하는 것이 바람직함

- 광역지자체와 협업하면 에너지공단이 지원하는 전력산업기반기금과 지방자치단체의 지원이 더해져 상승효과 창출

□ 전력산업기반기금 확대조성하고 기금조성 기여도를 고려하여 지역별 배분 필요

○ 재원의 최소 30% 이상을 지역별 전력소비량 구성비로 나누어 각 지방에서 활용 가능하도록 하는 방안 마련이 필요

- 혹은 1.3%를 추가로 부과하여 연 5%의 기금을 마련하고 지역의 재생에너지 사업에 투자하는 방안 마련 필요

2) 서울시 기후변화기금조성 확대

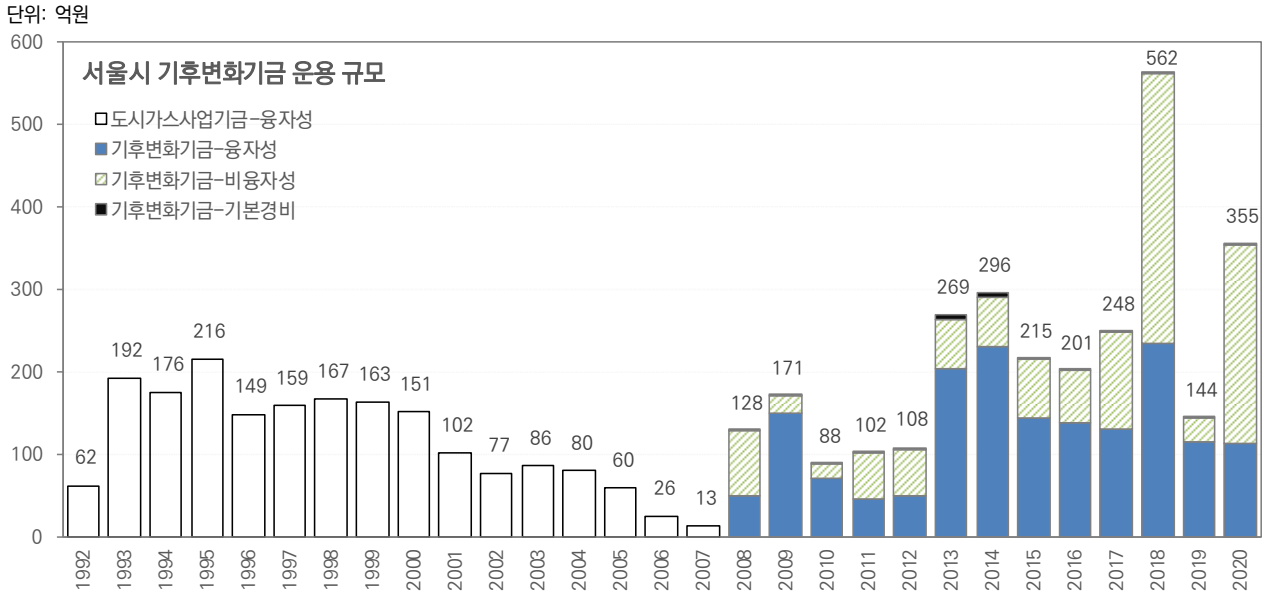
□ 일반회계로부터의 출연을 재개하여 기금 확대 조성

○ 제5차 지역에너지계획의 추진을 위하여 많은 재원이 소요될 것으로 전망되는 바, 기후변화기금 조성 규모를 확대 필요

- 서울시 기후변화기금은 온실가스 저감, 신·재생에너지 개발보급, 에너지이용 효율화 및 도시가스 공급 등을 촉진하기 위하여 설치되었으며 2020년 지출사업비 예산 규모는 144억 원임

- ‘태양의도시, 서울’, BRP 사업 등 막대한 재원을 필요로 하는 사업의 재원으로 활용

- 지원사업 추진 시 여성기업 및 가족친화인증 기업에 가산점을 부여하고 사업 선정 위원회 구성 시 여성 비율을 일정 이상 구성하여 성별균형적인 관점이 반영되도록 할 필요가 있음



〈그림 10-2〉 기후변화기금 지출사업비 규모 변화

다. 이행평가 방안

□ **이행평가 방법**

○ 에너지 소비량 통계를 이용한 평가

- 에너지원별 소비량 평가
- 부문별 소비량 평가

○ 사업추진 결과를 적용한 평가

- 단위사업별 사업추진 결과 조사 및 평가

□ **이행평가 시기**

○ 에너지 소비량 통계를 이용한 평가

- 지역에너지통계연보 발간 후 즉시 착수
- 필요시 에너지공급사업자 통계를 활용하여 서울연구원 등 전문 기관을 통해 상시 평가

○ 사업추진 결과를 적용한 평가

- 행정력 소요 등을 고려하여 연간 1회 평가
- 2025년에 종합평가

1) 에너지 소비량 통계를 이용한 평가

(1) 최종에너지 절감량 산정

□ **최종에너지 에너지소비량 비교**

○ 평가대상 연도의 목표치와 실제 에너지소비량을 비교

□ **평가대상 연도별 BAU 추정치와 에너지 소비량을 비교하여 절감량 산정**

○ 사회, 경제, 기상 등 실측 자료를 바탕으로 평가대상 연도의 BAU 수요 추정

- BAU 전망 시 사용된 입력변수의 실측치를 다시 입력하여 평가대상 연도의 BAU 수요를 추정하여 에너지소비량 실측치와 비교
- 에너지 절감량은 BAU추정치에서 에너지 소비량 실측치를 뺀값으로 산정

(2) 에너지원별 소비량 평가

□ 통계의 이용

○ 지역에너지통계 연보에 수록된 소비량 조사

- 지역에너지통계연보는 지역의 에너지 통계에 대해 가장 공신력 있는 통계이므로 지역에너지통계연보의 통계를 기본으로 함

○ 에너지 공급자의 자료 이용

- 지역에너지통계연보는 빨라야 2년 전 자료임
- 보조적으로 전력통계속보, 도시가스 공급 통계, 석유공사의 석유소비량 통계 등을 활용하여 최근의 에너지 소비량 조사

○ 한국전력거래소 자료 이용

- 재생에너지 관련 통계 중 전력생산량은 한국전력거래소의 자료 이용

□ 이행율 평가

○ 절감부문 이행율 평가

- 평가대상연도의 실제 절감량 산정: 새로 산정한 BAU에서 실제 소비량을 뺌

  실제절감량 = BAU - 실제 소비량

- 절감부문 이행율 산정

$$\text{절감이행율}(\%) = \frac{\text{실제절감량}}{\text{목표절감량}} \times 100$$

○ 생산부문 이행율 평가

- 평가대상연도의 생산계획량 정리
- 평가대상연도의 목표생산량 대비 실제생산량 산정
- 생산부문 이행율 산정

$$\text{생산이행율}(\%) = \frac{\text{실제생산량}}{\text{목표생산량}} \times 100$$

○ 절감 및 생산 이행율 종합평가

- 종합계획량 = 절감계획량 + 생산계획량
- 절감가중치 산정 : 각 부문 계획량 대비 종합계획량으로 산정

  절감가중치 = 절감계획량/종합계획량

  생산가중치 = 생산계획량/종합계획량

- 종합이행율 산전 : 생산부문 이행율 및 절감부문 이행율에 각각의 가중치를 곱하여 합산

$$\text{종합이행률} = \text{절감이행률} \times \text{절감가중치} + \text{생산이행률} \times \text{생산가중치}$$

(3) 부문별 소비량 평가

□ **분류체계 정립**

○ 지역에너지통계의 구분 방법 적용

- 지역에너지통계연보는 산업, 수송, 가정상업, 공공 및 기타로 분류

○ 보조적으로 에너지 공급자 분류체계 이용

- 에너지원별 에너지 공급자의 분류체계가 서로 다름
- 산업, 주택, 비주택은 각 에너지원별로 공통적임
- 에너지원별 산업, 수송, 가정, 상업, 공공 등으로 분류되기도 하나, 지역에너지통계연보와 차이가 있으므로 보조적으로 활용할 것

□ **이행평가**

○ 에너지원별 평가와 동일한 방법으로 평가

- 에너지 소비량에 한함
- 에너지공급량은 부문구별이 어려워 평가에서 제외함

2) 사업추진 결과를 적용한 평가

(1) 사업추진 결과 조사

□ **기초자료 정리**

○ 평가대상 연도마다 지역에너지 사업 추진 결과를 계량

- 단위사업량: 단위사업별 이행 결과를 고유단위로 나타냄
- 가중치 산정: 각 단위사업의 생산량 또는 절감량 등 계획량을 합산하여 전체 계획량에 대한 백분율을 가중치로 산정

○ 계획 대비 실적으로 추진율 평가

- 단위사업 이행율: 단위사업별 추진계획대비 사업추진 결과의 비율을 산정

  단위사업 이행율 = 단위사업이행량 / 단위사업계획량

- 단위사업이행율에 위에서 구한 가중치를 곱합

  가중 단위사업이행율 = 단위사업 이행율 ×가중치

(2) 사업추진 결과 평가

□ 부문 또는 단위사업별 평가

○ 단위사업 이행율 산정

- 각 단위사업별 이행율 산정

  단위사업 이행율 = 각 단위사업별 이행율 / 단위사업 계획량

○ 부문별 이행율 산정

- 각 단위사업별 이행율 산정
- 부문계획량: 부문별 각 단위사업의 생산량 또는 절감량 등 계획량을 합산
- 가중치 산정: 부문계획량 대비 단위사업 계획량으로 산정

  가중치 = 단위사업계획량 / 부문계획량

- 가중 단위사업이행율: 단위사업이행율에 각각의 가중치를 곱합

  가중 단위사업이행율 = 단위사업 이행율 ×가중치

- 부문이행률 산정: 가중이행률을 합산

$$\text{부문 이행율}(\%) = \sum \text{부문내가중단위사업이행율} \times 100$$

○ 에너지원별 이행율 산정

- 부문별 이행율과 동일한 방법 적용

□ 종합평가

○ 종합이행율 산정

- 종합계획량 산정: 모든 사업의 계획 생산량 또는 절감량을 합산
- 가중치 산정: 종합계획량 대비 각 사업의 생산 또는 절감 계획량

  가중치 = 각 사업의 계획량 / 종합계획량

- 가중단위사업이행률 산정: 각 사업의 이행율에 가충치 곱함

  가중단위사업이행 = 각 사업의 이행율 × 가중치

- 종합이행율 산정: 각 단위사업별 가중단위사업 추진율을 합산하여 종합이행율(%) 산정

$$\text{종합 이행율}(\%) = \sum \text{가중단위사업추진율} \times 100$$

참 고 문 헌

참고문헌

- Bhattacharyya, S.C., 2011, Energy economics: Concepts, issues, markets and governance. Springer
- BloombergNEF, 2019, Electric Vehicle Outlook 2019
- BP, 2019, Statistical Review of World Energy, from http://www.bp.com/statisticalreview
- C40, 2018, Climate action planning framework, C40 Cities
- IEA, 2018, World Energy Outlook
- IEA, 2019, Renewables-Launch Presentation
- IEA, 2019, World Energy Balance 2019
- K.T. Chau, 2014, Pure electric vehicles, *Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance: towards zero carbon transportation*. Richard Folkson, Woodhead Publishing.
- Lund et al., 2014, "4th generation district heating integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems", *Energy* 68: 1-11
- Moore, R. ,2012, "Definitions of fuel poverty: Implications for policy", *Energy Policy* 49: 19-26
- NREL, 2019, Community choice aggregation: challenges, opportunities, and impacts on renewable energy markets
- Schmidt et al., 2017, "Low temperature district heating for future energy systems", E*nergy Procedia* 116: 26-38
- Trousdale, S. ,2016.01.05., "GM invests $500 million in Lyft, sets out self-driving car partnership", Reuters, from https://www.reuters.com/article/us-gm-lyft-investment/gm-invests-500-million-in-lyft-sets-out-self-driving-car-partnership-idUSKBN0UI1A820160105
- 2019년도 제2차 수소차 민간 보급사업 공고(서울특별시 공고 제2019-2315호)
- 고준호, 2015, 승용차마일리지제 시범사업 평가와 추진방향 설정, 서울연구원
- 관계부처합동, 2019, 제3차 녹색성장 5개년계획
- 국립환경과학원, 2007, 저녹스 버너 보급 시범사업 성과 평가
- 국무총리실 외, 2008, 제1차 국가에너지기본계획: 2008~2030
- 국토교통부 보도자료, 2019.06.20., "제로에너지건축, 건축을 넘어 도시로! 이제 시작합니다.".

- 녹색성장위원회, 2009, 녹색성장 국가전략 및 5개년계획(요약본)
- 산업통상자원부 보도자료, 2019.05.02., “5월 1일부터 연료전지용 가스요금 신설”.
- 산업통상자원부 보도자료, 2019.12.18., “자율주행 로봇, 자율주행 셔틀버스 운영서비스 다양한 전기요금제 실증 등 규제박스 통과”.
- 산업통상자원부, 2014, 제2차 에너지기본계획
- 산업통상자원부, 2019, 제3차 에너지기본계획
- 서울시 보도자료, 2018.08.06., “폭염 속 정전사태 벌어지는데…서울 대형건물 에너지 소비 여전”.
- 서울시 보도자료, 2019.06.05., “때 이른 무더위 ‘서울형 긴급복지’ 폭염지원 확대 ... 취약계층에 에어컨도”.
- 서울시 보도자료, 2019.10.24., “서울시, '22년까지 수소차 4천대 보급…박원순 시장 전용차도 수소차로”.
- 서울시 보도자료, 2019.10.29., “서울시, 2018년 대형 건물 에너지 소비 순위 공개”.
- 서울시, 2011, 신 · 재생에너지 보급 중장기 기본계획(2011～2015)
- 서울시, 2014, 서울특별시 도시교통정비 기본계획
- 서울시, 2015, 서울시 지역에너지계획
- 서울시, 2017, 2016~2017년 에너지복지 실태조사 결과보고, 에너지시민협력과-10288.
- 서울시, 2017, 2025 전기차가 편리한 도시, 서울
- 서울시, 2017, 2차 수도권대기환경관리 기본계획 변경에 따른 서울특별시 시행계획 변경수립
- 서울시, 2017, 서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획
- 서울시, 2018, 2018 에너지 백서
- 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과
- 서울시, 2019, 2019년 전기 · 수소차 보급 및 인프라 확충 계획
- 서울시, 2020, 온실가스 감축정책 효과측정 방안 수립
- 에너지경제연구원, 개별년도, 지역에너지통계연보
- 이홍원, 2017, 소형풍력발전의 현황과 요소기술. RESEAT 보고서
- 조항문 외, 2014, 연탄난방 가구의 따뜻한 겨울나기-서울시 연탄난방 실태와 개선방안-, 서울연구원
- 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계
- 한국에너지공단, 2019, 2018년도 에너지사용량통계
- 한국에너지공단, 2019, 2018년도 에너지사용량통계-에너지사용량 신고업체
- 한국전력거래소, 2018, 발전원별 균등화 발전원가 산정에 관한 연구
- 한국지역난방기술주식회사, 2019, 서울시 집단에너지 인프라구축 및 신재생에너지 확대 기본계획 수립용역
- 환경부, 2019, 2017년 유기성폐자원 바이오가스화시설 현황
- 환경부, 2019, 2019년 국가 온실가스 인벤토리(1990~2017)

- 황인창 외, 2020, 서울시 저소득가구 에너지소비 실태 조사, 서울연구원

- IIoT World Business models and market participation for virtual power plants, http://iiot-world.com/connected-industry/business-models-and-market-participation-for-virtual-power-plants/
- 건축물에너지효율등급인증 시스템, https://beec.kemco.or.kr:8443/introduce/level.aspx
- 국가통계포털, http://kosis.kr
- 대한석유협회, www.petroleum.or.kr
- 대한송유관광공사, www.dopco.co.kr
- 서울시 녹색건축물 조성, http://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/62062
- 서울시 승용차 마일리지 홈페이지, https://driving-mileage.seoul.go.kr/
- 서울시 열린데이터광장, https://data.seoul.go.kr/
- 서울시 홈페이지 교통부문, http://news.seoul.go.kr/traffic
- 서울연구데이터서비스 지도로 본 서울, http://data.si.re.kr/map-seoul-2013
- 전력거래소 수요자원시장 소개, http://dr.kmos.kr/main/sub2_1.htm
- 전력데이터 개방 포털시스템, https://bigdata.kepco.co.kr/
- 통계청, http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action
- 한국석유공사 페트로넷, www.petronet.co.kr
- 한국석유관리원 석유제품 수급보고시스템 http://www.oilreport.or.kr
- 한국전력공사, home.kepco.co.kr

부 록

부록 1. 주요 통계 자료

부록 2. 시민워크숍 사전 조사 및 워크숍 결과

부록 3. 서울에너지 시민기획단 명단

부록

부록 1. 주요 통계 자료

〈표 부록-1〉 지역별 1차에너지 생산(2017년)

(단위: 천TOE)

구분	석탄	석유	LNG	수력	원자력	신·재생/기타	합계
전국	702	-	341	1,490	31,615	15,847	49,995
서울	-	-	-	0	-	351	351
부산	-	-	-	0	4,416	237	4,653
대구	-	-	-	1	-	178	179
인천	-	-	-	9	-	378	388
광주	-	-	-	2	-	71	73
대전	-	-	-	-	-	114	114
울산	-	-	341	0	2,770	1,343	4,455
세종	-	-	-	1	-	64	65
경기	-	-	-	174	-	1,515	1,689
강원	612	-	-	338	-	1,062	2,012
충북	-	-	-	141	-	666	807
충남	-	-	-	17	-	2,214	2,231
전북	-	-	-	169	-	1,122	1,291
전남	91	-	-	14	8,078	3,215	11,398
경북	-	-	-	355	16,350	2,303	19,009
경남	-	-	-	267	-	639	906
제주	-	-	-	0	-	374	375

자료: 에너지경제연구원, 2018, 지역에너지통계연보

〈표 부록-2〉 지역별 신·재생에너지 생산량(2017년)

(단위: TOE)

구분	합계	태양열	태양광	바이오	풍력	수력	연료전지	폐기물	지열	해양
전국	16,448,386	28,121	1,516,349	3,598,782	462,162	600,690	313,303	9,358,998	183,922	104,256
서울	350,881	836	23,664	77,003	46	258	69,689	168,115	11,270	-
부산	237,439	935	25,456	42,701	87	13	38,933	126,961	2,328	-
대구	179,157	1,106	16,669	81,695	6	1,146	8,899	63,708	5,927	-
인천	387,826	724	18,643	166,852	11,042	9,619	25,253	150,055	5,544	-
광주	73,199	686	28,783	29,256	0	1,937	547	8,587	3,403	-
대전	113,837	827	9,531	35,751	92	127	86	63,566	3,857	-
울산	1,343,421	413	8,602	357,375	489	199	4,432	968,451	3,460	-
세종	65,440	132	8,611	23,832	-	1,391	-	21,170	10,305	-
경기	1,634,364	3,089	87,323	344,244	1,207	117,182	132,842	804,462	39,759	104,256
강원	1,237,810	3,247	82,657	393,537	136,917	174,668	42	431,003	15,605	-
충북	806,869	1,242	78,129	136,060	4	140,855	62	441,741	8,777	-
충남	2,231,254	2,601	177,876	542,050	634	16,908	6,000	1,196,477	14,133	-
전북	1,158,329	1,309	257,182	643,178	4,928	36,695	189	195,553	19,041	-
전남	3,229,557	2,777	359,811	109,595	65,397	14,266	22,847	2,636,180	14,542	-
경북	2,345,138	3,757	179,136	140,595	109,789	45,379	3,394	1,851,171	11,815	-
경남	679,023	4,002	117,552	272,057	16,905	39,508	89	215,103	12,515	-
제주	374,842	437	36,724	203,002	114,619	541	-	16,694	1,642	-

자료: 에너지경제연구원, 2018, 지역에너지통계연보

〈표 부록-3〉 지역별 신·재생에너지 보급용량(2017년)

(단위: kW)

구분	태양광	풍력	수력	해양	바이오							
					바이오 가스	매립지 가스	우드칩	목재 펠릿	흑액	하수 슬러지	Bio-SRF	바이오 중유
전국	5,834,543	1,143,359	1,792,371	255,110	55,637	70,130	15,662	1,270,523	36,430	166,030	310,680	359,350
서울	84,221	101	416	-	10,485	-	-	-	-	-	-	-
부산	89,488	804	10	-	2,116	4,232	-	-	-	-	-	-
대구	62,557	13	3,560	-	1,610	-	4,500	-	-	-	-	4,350
인천	74,476	49,095	12,599	-	6,900	50,000	8,000	167,000	-	-	3,360	-
광주	111,567	1	1,830	-	20	2,120	-	-	-	-	-	-
대전	36,733	200	-	-	-	99	-	-	-	-	-	-
울산	39,167	1,657	300	-	-	-	-	-	36,430	-	-	40,000
세종	33,719	-	2,310	-	-	-	-	-	-	-	5,000	-
경기	360,678	5,276	277,395	254,000	16,604	-	-	-	-	-	45,940	140,000
강원	360,996	290,433	519,633	-	1,190	980	-	135,000	-	-	90,000	-
충북	316,633	8	511,007	-	1,445	895	-	-	-	-	-	-
충남	704,556	2,043	32,865	-	2,580	-	-	325,297	-	126,376	112,227	-
전북	957,027	22,818	76,805	-	6,012	1,000	212	351,500	-	-	54,153	-
전남	1,296,979	207,719	37,221	1,110	740	5,529	-	16,430	-	-	-	-
경북	703,090	241,641	179,900	-	1,250	2,450	-	-	-	2,950	-	-
경남	454,265	48,575	137,245	-	3,896	1,825	-	275,296	-	36,704	-	-
제주	148,391	272,976	550	-	789	1,000	2,950	-	-	-	-	175,000

자료: 에너지경제연구원, 2018, 지역에너지통계연보

〈표 부록-4〉 지역별 신·재생에너지 보급용량(계속)

(단위: kW)

구분	폐기물					연료전지	IGCC
	폐가스	산업폐기물	생활폐기물	SRF	정제연료유		
전국	3,475,180	65,360	107,762	118,390	27,483	250,511	346,330
서울	-	-	25,650	-	-	42,794	-
부산	-	-	5,800	33,900	-	37,712	-
대구	-	-	2,700	3,000	-	11,401	-
인천	-	21,147	4,780	-	12,783	18,744	-
광주	-	1,260	-	-	-	383	-
대전	-	-	-	-	-	68	-
울산	57,990	2,200	1,500	5,500	2,400	3,137	-
세종	-	2,271	-	979	-	-	-
경기	-	8,443	29,460	-	7,909	101,153	-
강원	-	-	4,308	10,000	-	29	-
충북	-	19,901	3,986	1,800	4,391	53	-
충남	867,500	2,900	440	2,990	-	11,273	346,330
전북	-	3,368	6,600	9,237	-	5,225	-
전남	1,394,800	1,180	346	50,984	-	15,485	-
경북	1,154,890	2,960	10,055	-	-	2,987	-
경남	-	-	10,673	-	-	67	-
제주	-	-	1,464	-	-	-	-

자료: 에너지경제연구원, 2018, 지역에너지통계연보

〈표 부록-5〉 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2005년)

(단위: 천TOE)

구분	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신·재생 및 기타	합계
전국	22,311	96,718	17,810	28,587	1,530	3,896	170,854
서울	165	6,038	4,912	3,485	487	95	15,182
부산	82	4,113	1,079	1,426	-	79	6,782
대구	272	2,089	818	1,063	68	52	4,364
인천	58	7,124	1,451	1,562	-	127	10,324
광주	35	1,027	454	533	-	37	2,088
대전	40	1,124	564	623	-	35	2,388
울산	791	16,819	885	1,793	-	547	20,838
경기	451	11,446	4,109	5,912	903	525	23,348
강원	2,134	2,195	186	1,064	-	257	5,838
충북	1,394	2,292	315	1,243	44	178	5,468
충남	55	12,243	644	1,930	-	64	14,939
전북	36	2,988	419	1,169	-	95	4,707
전남	9,608	18,202	283	1,617	-	1,412	31,123
경북	7,145	4,232	895	2,851	-	213	15,338
경남	40	4,040	790	2,072	27	156	7,126
제주	-	739	-	238	-	17	995

자료: 에너지경제연구원, 2006, 지역에너지통계연보

〈표 부록-6〉 지역별 에너지원별 최종에너지 소비(2017년)

(단위: 천TOE)

구분	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신·재생 및 기타	합계
전국	33,360	117,861	24,053	43,666	2,441	12,520	233,901
서울	83	6,185	4,205	3,982	318.0	275	14,990
부산	48	2,844	1,399	1,807	43	179	6,319
대구	223	1,686	951	1,323	111	159	4,454
인천	25	9,333	1,510	2,108	280	320	13,575
광주	18	1,060	636	747	62	48	2,570
대전	32	1,043	696	810	14	109	2,705
울산	456	22,102	1,959	2,718	-	1,227	28,462
경기	303	11,647	5,040	9,877	1,247	1,220	29,333
강원	1,355	2,064	370	1,424		660	5,873
충북	1,311	2,133	799	2,137	79	607	7,066
충남	7,324	22,551	1,391	4,315	42	1,572	37,195
전북	15	2,655	873	1,961	-	870	6,374
전남	12,262	23,443	1,081	2,886	-	2,769	42,442
경북	9,855	3,668	1,459	3,909	146	2,025	21,062
경남	49	4,281	1,583	2,980	53	351	9,297
제주	-	986	22	431	-	71	1,510

자료: 에너지경제연구원, 2018, 지역에너지통계연보

〈표 부록-7〉 지역별 부문별 최종에너지 소비(2005년)

(단위: 천TOE)

구분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
전국	94,366	35,559	36,861	4,068	170,854
서울	1,527	4,292	8,777	587	15,182
부산	1,537	2,843	2,216	186	6,782
대구	1,224	1,208	1,773	160	4,365
인천	3,720	4,629	1,823	152	10,324
광주	378	700	929	82	2,089
대전	354	748	1,165	122	2,389
울산	17,199	2,216	814	609	20,838
경기	6,648	7,299	8,518	883	23,348
강원	3,111	1,176	1,347	204	5,838
충북	2,768	1,266	1,333	102	5,469
충남	11,453	1,763	1,548	175	14,939
전북	2,063	1,268	1,236	140	4,708
전남	28,215	1,610	1,164	135	31,124
경북	11,102	2,022	1,958	256	15,338
경남	2,812	2,133	1,955	227	7,127
제주	253	386	307	49	996

자료: 에너지경제연구원, 2006, 지역에너지통계연보

〈표 부록-8〉 지역별 부문별 최종에너지 소비(2017년)

(단위: 천TOE)

구분	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
전국	144,260	42,796	39,907	6,938	233,901
서울	1,607	4,150	8,209	1,025	14,990
부산	1,478	2,304	2,260	279	6,319
대구	1,197	1,386	1,704	166	4,454
인천	5,215	5,794	2,219	347	13,575
광주	452	987	1,061	70	2,570
대전	459	964	1,170	111	2,705
울산	24,887	2,085	887	604	28,462
경기	8,751	9,407	9,843	1,332	29,333
강원	2,765	1,419	1,356	333	5,873
충북	3,837	1,638	1,298	292	7,066
충남	32,599	2,353	1,820	424	37,195
전북	2,328	1,863	1,494	689	6,374
전남	38,871	1,952	1,392	228	42,442
경북	15,698	2,699	2,275	389	21,062
경남	3,678	2,925	2,212	483	9,297
제주	211	738	462	100	1,510

자료: 에너지경제연구원, 2018, 지역에너지통계연보

부록 2. 시민워크숍 사전 조사 및 워크숍 결과

(1) 서울에너지 시민기획단 참여 동기 조사

○ 시민기획단의 참여 동기는 에너지정보 공유(27.5%), 서울시 정책에 대한 관심(22.5%), 에너지/환경 관심(20%), 적극적 의사표현(11.7%), 지속가능한 삶 실천(9.2%), 사회변화 과정 참여(7.5%), 기타(1.7%) 순으로 나타남

○ ‘에너지정보 공유’ 응답자의 답변

- 원자력 문제와 대체에너지 개발
  - 미래의 에너지사업 발전 방향
  - 대체에너지/미래 산업 공부
- 에너지 관련 공부
  - 에너지 전환 공부
  - 에너지 절약 방법 공부
  - 가정/공동주택 에너지계획 공부
  - 환경공학 등 전공 관련 공부
  - 에너지 효율성 증대 방안
- 본인이 가진 에너지 정보 및 경험 나눔
  - 과거 에너지기술(보일러) 관련 실무 경험 활용
  - 에너지 절감 건축물 정보 공유
  - 에너지 분야 봉사활동 통해 얻은 실무적인 내용 및 현장기술(토목분야) 경험 공유
- 기후변화 관심

○ ‘서울시 정책에 대한 관심’ 응답자의 답변

- 에너지 정책 관심
  - 신재생 에너지 활용 방안
  - 에너지현황/실태 이해
  - 태양광 사업 동참
  - 마을공동체 에너지절약사업/마을단위 정책기획
- 에너지 정책 참여 희망
  - 에너지 자립 방향 제안 및 비전 제시
  - 시민의 입장 전달
  - 정책 시행 및 홍보에 기여
- 지역에너지계획 계획에 직접 참여

- 미래 구상, 기후변화 문제, 방향성과 정부/시민 역할,
- 미래의 환경 정책 기획 업무에 도움 될 것

○ **'에너지/환경 관심' 응답자의 답변**

- 환경에 대한 고민과 염려
- 아이들에 대한 죄책감
- 평소 관심 사항
- 미세먼지, 집주변 소각장/하수처리장 등 환경문제의 심각성 인지
- 여러 계기로 최근 관심을 갖게 됨
  - 환경생태도시 공부
  - 에너지관련 봉사활동
  - 에너지자립 마을 지정
  - 제로에너지아파트 현장방문
- 업무 연관성
  - 환경정보시스템 담당
  - 환경 연관 분야 근무
- 본인 활동분야 확장

○ **'적극적 의사표현' 응답자의 답변**

- 환경 문제 방관을 멈추고 주체적 참여로 변화의 시발점 희망
- 이론이 아닌 실제 행동으로 사회공헌 참여
- 현장 직접 참여 희망
  - 에너지 분야에 기여 희망
  - 시민의 목소리 전달
  - 주부/시니어 의견 개진
  - 에너지절감 구체적 실천 방법 제시
- 재생에너지 시장 형성에 앞장
- 지구온난화, 에너지빈곤 등에 대안을 마련하여 정책에 기여

○ **'지속가능한 삶 실천' 응답자의 답변**

- 깨끗한 환경과 미래에 대한 고민
  - 자연파괴 방지
  - 아이들의 삶 보호
- 지구온난화 방지 및 환경보호에 동참
- 지속가능발전 실현

- 지속가능한 소비 실천
- 개인, 가정, 지역사회 협력을 통한 지속적 실천 가능한 계획 수립
- 에너지 지식 홍보와 실천의 지속적 확대

○ **'사회변화 과정 참여' 응답자의 답변**

- 정책수립 토의과정 참여
  - 시민 및 전문가 토의에 참여
  - 시민참여형 계획 수립에 참여
  - 시민 중심 제도 수립에 참여
- 사회변화 다양한 시각 및 접근방법 공부
- 시민 숙의방식 관심
- 토론을 통한 가치관 확립

○ **'기타' 응답자의 답변**

- 지인 추천

(2) 서울에너지 시민기획단의 기후 및 에너지에 대한 사전 인식 조사

□ **응답자 분포 특성**

○ 응답자 : 조사대상 120명 중 67명

○ **성별 분포**

- 여성(53.7%), 남성(46.27%)

○ **연령 분포**

- 10대(9%), 20대(19.4%), 30대(14.9%), 40대(19.4%), 50대(19.4%), 60대 이상(17.9%)

○ **거주지 분포**

- 동북권(29%), 서북권(12%) 도심권(11%), 서남권(35%), 동남권(14%)

○ **서울시 거주기간 또는 활동기간**

- 5년 미만(12%), 10년 미만(5%), 20년 미만(17%), 30년 미만(20%), 40년 이상(23%), 기타(2%)

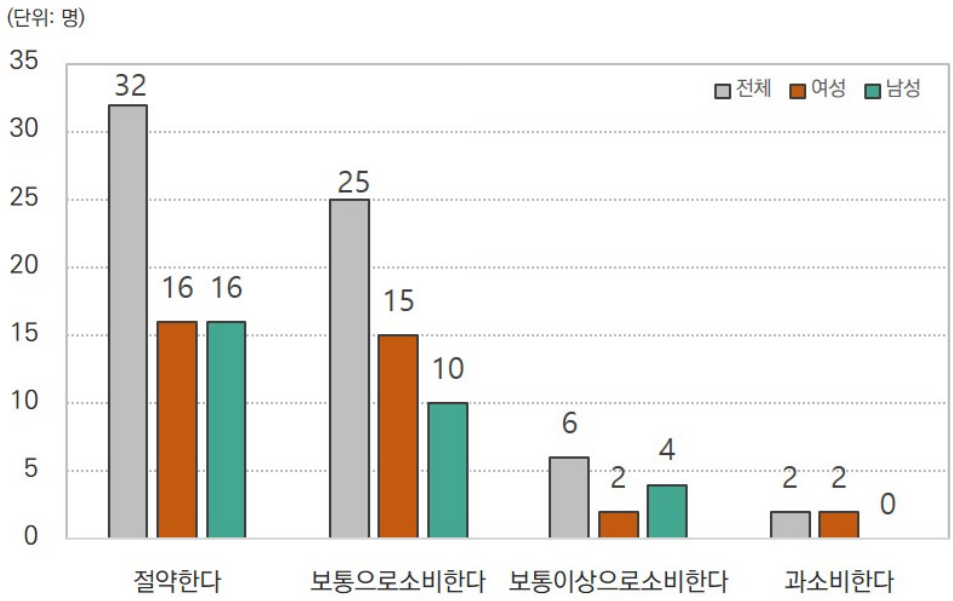
○ **직업군**

- 학생(23%), 주부(21%), 전문직(5%), 사무직(18%), 서비스(2%), 자영업(6%), 기술직(5%), 은퇴(6), 무직(2%), 기타(14%)

□ 개인의 에너지 관련 소비 현황 인식 조사결과

○ 가족의 전반적 에너지(전기, 난방 등) 소비성향

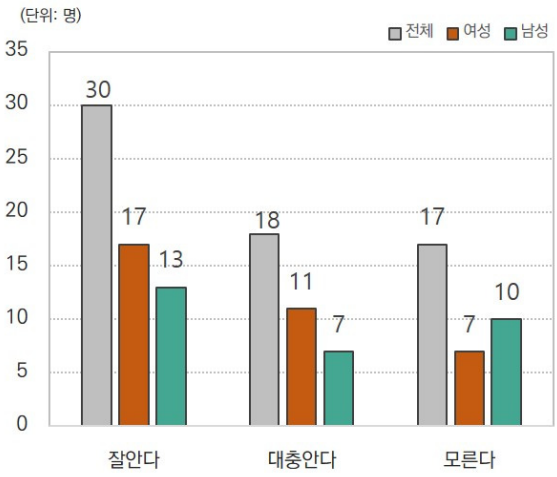
- 절약하는 편이 49%(여성 46%, 남성 53%)로 가장 많으며, 보통 이상 소비자(과소비 포함)는 13%(여성 12%, 남성 13%)
- 여성보다는 남성들이 에너지 소비성향에서 절약 중심이라고 답변



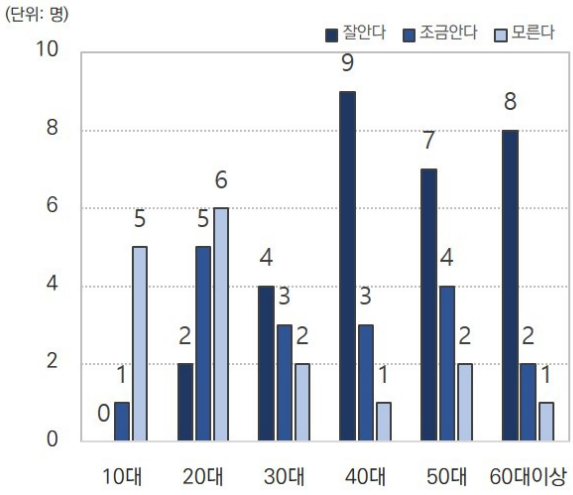
〈그림 부록-1〉 에너지 관련 소비현황 인식 조사결과

○ 가정의 전기 소비량(또는 금액) 인지 여부

- 잘 안다(46%), 대충 안다(28%), 모른다(26%) 순으로 나타남
- 모른다는 응답 비율은 남성(33%)이 여성(20%)보다 높음
- 모른다는 응답은 10대(83%), 20대(46%) 30대(22%), 40대(8%) 등 젊을수록 높음



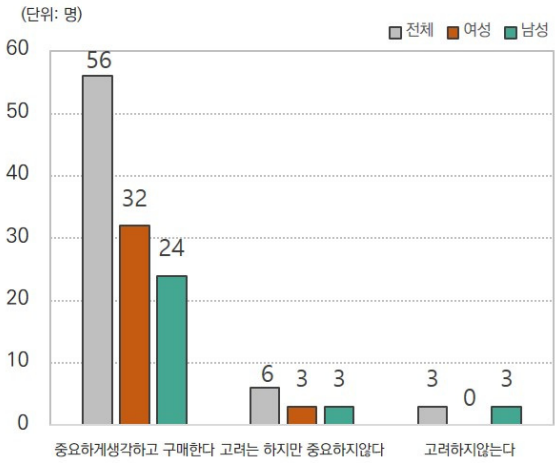
〈그림 부록-2〉 전기 소비량 인식



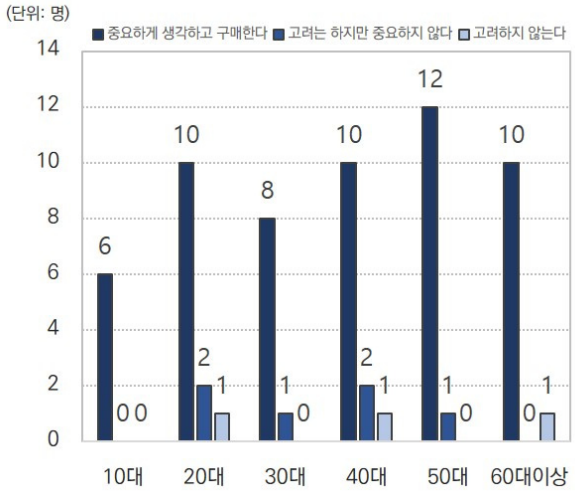
〈그림 부록-3〉 연령대별 전기 소비량 인식

○ 전기제품 구매시, 에너지소비효율등급을 고려 여부

- 중요하게 생각한다(86%), 고려는 하지만 중요하지 않다(9%), 고려하지 않는다(5%)순으로 나타남
- 중요하게 생각한다는 응답은 60세 이상(91%), 50대(92%), 40대(77%), 30대(89%) 20대(77%), 10대(100%) 등 전반적으로 나이가 많을수록 에너지 효율을 고려함
- 10대의 경우 휴대용 전자기기 구매층이므로 충전 수요가 반영된 것으로 추정됨



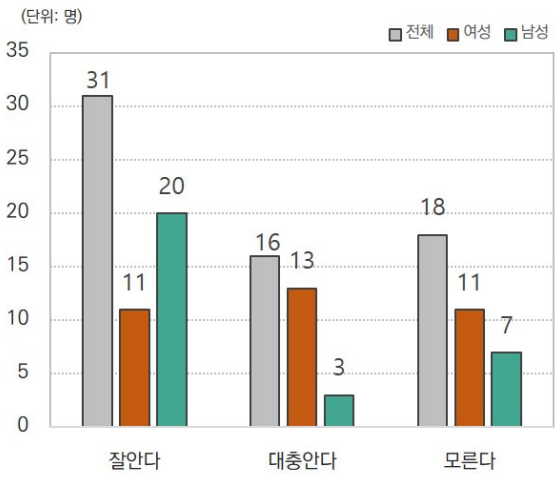
〈그림 부록-4〉 에너지소비효율등급 고려 정도



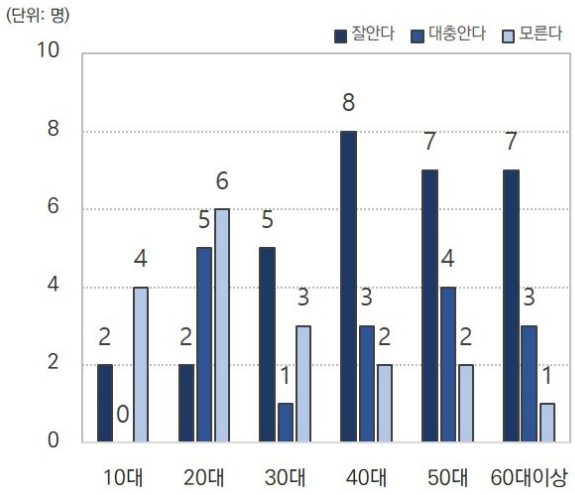
〈그림 부록-5〉 연령대별 에너지소비효율등급 고려 정도

○ 본인 혹은 가정의 자동차 연료 소비량(또는 금액) 인지 여부

- 잘 안다(48%), 대충안자(25%), 모른다(28%) 순으로 나타남
- 잘 안다는 응답률은 남성(67%)이 여성(31%)에 비해 높고, 나이가 많을수록 높음



〈그림 부록-6〉 자동차 연료 소비량 인지도



〈그림 부록-7〉 연령대별 자동차 연료 소비량 인지도

□ 서울 에너지 미래상에 관한 의견 조사결과

○ 희망적이다(24.6%)와 지금보다 좋을 것이다(44.6%)의 응답이 가장 높았으며 이어서 부정적이다(15.4%), 지금과 같을 것이다(7.7%), 지금보다 안 좋을 것이다(6.2%) 순으로 응답이 높

게 나옴

○ ‘희망적이다’로 응답한 근거 의견

- 태양광 발전으로 에너지원을 바꾸는 전 세계적인 추세에 서울시 동참
- 태양광으로 전기 생산과 소비, 자가발전(에어컨 사용시, 전기요금 걱정안함)
- 태양광 에너지 효율 개선 기대(지금은 김치냉장고 하나 사용 정도)
- 유럽 일부 국가들도 재활용이 잘 안되는데, 서울시는 국제사회 상위권 진입
- 신재생에너지로 전환시, 전력공급량 갑자기 줄어드는 문제만 해결하면 희망적
- 전기차, 수소차 비중이 세계적으로 증가, 서울시도 보급 확대
- 벽면녹화(도심녹화)를 통해, 환경문제 해결(재생에너지 전환만큼, 녹지사업 지속 필요)
- 정책 수립 및 실천의 지속성으로, 탈원전 진행 잘 되고 있다(현 정부 신재생에너지 권장)
- 재생에너지 개발 및 관련 회사가 증가하는 것 체감(변화 감지)
- 에너지 분야 공부를 통해, 에너지 문제를 내 문제로 인식하는 시민들 증가
- 폭염으로 환경에 대한 시민 인식변화(친환경에너지 전환 적극 요구)
- 시민들 에너지 정책 관심도 높고, 실천으로 행동
- 대기오염 줄이기 위해, 화석연료를 전기나 태양에너지로 전환하는 당위성 공감대 확산

○ ‘지금보다 좋을 것이다’로 응답한 근거 의견

- 폭염으로 기후변화 체감, 에너지 문제에 대한 시민 관심 증대와 인식 전환
- 해수온도 상승으로 수산물 서식지 변화, 명태/갈치
- 서울시의 시민워크숍을 통해, 시민들 관심 시작(토론회를 통해 관심 증대)
- 미래세대의 삶을 걱정하는 사람들 증가(에너지환경 분야 봉사활동 어릴때 부터)
- 에너지위기 극복의 당위성으로 선택여지 없으므로, 계획대로 지속적 추진(시민들 동참)
- 젊은 세대들이 환경과 에너지 문제 관심 높고, 실천의지 강하다(부모 세대 비해)
- 건강하게 에너지를 생산하고, 착한 에너지 소비 노력 동참(시민들 인식 변화와 실천)
- OECD대비 저렴한 전기요금에 대한 생각변화(요금인상으로 소비억제, 에너지원 다양화)
- 태양광발전으로 전기에너지 생산시, 온실가스 감축에 기여한다는 인식 전환(전기요금 절약 보다는)
- 급격한 기후변화 방지, 폭염 효율적 대처에 대한 정책 기조의 변화
- 에너지나 환경 문제가 심각하여, 연구를 통해 확실한 대응방안 구체화 될 것
- 정치적인 이유로, 원전 문제는 확연히 달라질 것이다
- 녹색교통진흥구역 지정 정책 실행시, 차량관리시스템 서울시가 주관
- 정책적으로, 에너지 관리 및 기획에 많은 예산과 신경을 쓰고 있어서관리가 잘 된다
- 가정과 기업에서 태양광 설치를 확대하여, 에너지 절감(자가 생산/소비)

- 회의 시 에너지 소비를 최소화하는 행동 실천
- 환경에 영향을 덜 미치는 자동차 사용(수소차, 전기차 일반화)
- 친환경 재생에너지 관련 솔루션의 발전 및 관련 기업의 증가
- 태양광발전기 효율 개선으로 공급업체 증가, 설치 확대

○ ‘지금과 같을 것이다’로 응답한 근거 의견

- 환경 회복에 20년이란 시간은 부족하다
- 기술개발로 미세먼지는 줄겠지만, 중국의 영향은 계속 늘어난다
- 젊은층 에너지 낭비 심하다(에너지 위기 무관심)
- 에너지, 환경 문제에 무관심한 시민들
- 미니태양광발전소 설치했으나 전기요금 감소 없다(에어컨도 줄였는데)

○ ‘지금보다 안 좋을 것이다’로 응답한 근거 의견

- 정책 지속성 보장 어렵고, 지구온난화/미세먼지 문제, 인류가 해결하기에 역부족
- 에너지 관련 정책에 대한 시민들(학생들)의 무관심
- 에너지 관련학과 학생들도 태양광 지원사업 모른다(수업 듣기전에는)
- 물가는 오르고, 자원은 부족해서

○ ‘부정적이다(15.4%)’로 응답한 근거 의견

- 공공기관/상업시설 냉방 과소비로 미래 암담
- 온실가스 감축과 태양광 설치를, 서울시가 더욱 촉진하여 시민사고 전환필요
- 신재생에너지 낮은 효율(기술력 부족)로, 화석연료 사용 줄지 않는다
- 급격한 발전으로, 에너지를 줄이는 것 힘들다. 노력해도 온실가스는 증가
- 신재생에너지 사용 목표치는 있으나, 진행상황 확인 불가(속도가 더디다)
- 해가 갈수록 늘어나는 폭염으로, 에너지 사용은 증가(온난화 가중)

(3) 제1차 시나리오 워크숍 결과

□ **‘2040년 서울 에너지 미래를 위해 우리는 무엇을 해야 하나’ 참가자 의견**

○ 에너지 절약 관련 의견

- 재생에너지 개발도 중요하지만 현재 쓰고 있는 에너지 절약이 더 중요하다고 생각
- 주변 사람과 함께 에너지 절감 실천
  - 에너지효율 고등급 전자제품 이용, 물 사용량 저감 등을 통해 우리들 개개인이 절전소가 될 것을 권유
  - 전기 사용에 관한 일괄 규제와 절약, 시민협동을 통해 현실 개선

- 대기 전력 있는 가전제품의 코드 뽑기나 안 쓰는 등 끄기 등의 실천도 엄청난 양의 에너지를 아낄 수 있음. 개개인이 실천하면 효과가 좋을 것이라 생각
- 불편 감수하는 작은 실천으로 기후변화 속도 감소에 일조

- 공해 감소 일상생활에서 실천
  - 작은 화단 조성하여 탄소 줄이기 동참
  - 텀블러 사용, 장바구니 사용 등 실천
  - 친환경 개인이동수단 공유 서비스 확대 시행(공유경제 활성화로 에너지 절약). 단거리 승용차 통행 대체할 수 있도록 대중교통 이용 늘려 도심 온실가스 감축, 버스 환승시스템에 포함시켜, 승용차 통행 억제
- 2040년 에너지 자급률 향상 정책을 뒷받침할 수 있는 시민의 참여가 더 이루어질 수 있게 노력해야 할 것

○ 건물 에너지 효율 개선 관련 의견

- 현재 신재생 에너지를 서울시에 적용시, 기존 건물 활용을 적극적으로 진행해야 할 것

○ 재생에너지 생산 관련 의견

- 신재생에너지 확대
  - 신재생에너지에 관심 갖고 연구
  - 서울시가 자체에너지 수급에 있어 다른 나라의 도시보다 재생에너지 수급 조건이 더 좋을 것으로 추측, 건물 옥상에 태양광 설치해야
- 태양 에너지 정책의 발전 기대
  - 태양광 관련 정책이 더 다양해지고 발전하면 에너지 자급률도 높아지고 환경문제에도 긍정적으로 기여할 것
  - 태양광 펀드, 태양광 설치 등 가정에서 참여할 수 있는 정책에 참여하고, 이에 대한 효과와 장점을 주변에 홍보하여 참여율을 높이는데 도움을 줄 수 있을 것 같음
  - 태양광 설치 관련 2040년 미래상에 대해 긍정적
  - 신재생에너지 설치 관련 홍보 및 공론화 필요
- 산업구조를 고에너지효율 저탄소 배출기로 대체해 나가면서, 태양에너지, 풍력 에너지를 통한 에너지를 적극 개발
- 가정마다 태양광설치 간편하도록 경량화와 저비용 필요
- 기술 발전에 필연적인 에너지소비량 증가를 상쇄하기 위한 에너지 생산 증대 필요

○ 기타 의견

- 2040년 화석연료제로 도시
  - 압축진행 필요
  - 시민의 한 사람으로 정책공유 실천대안 생각해 볼 것
  - 전 세계 시민들 미래를 위한 자각과 제도적 제약 필요

- 디젤 자동차 강력 규제, 자동차 요일제 강력 시행, 화력발전소 단계적 폐쇄

- 우선순위의 변화
  - 에너지 교육 우선시 되어야
  - 환경의 미래를 위한 국민공동협약 및 국민운동 전개
  - 시민 의식 제고를 위해서 언론사나 신문에 환경 에너지 코너를 메인급으로 의무화
- 인프라의 변화
  - 2040 서울엔 1~2인 가구가 보편적일 것
  - 상하수도, 전력 시스템, 도로, 교량, 지하철, 학교 등의 인프라 노후화로 인프라 재건에 있어 신재생 대체에너지로 보편적 전환 될 것
  - 인프라 재건시 의무화를 통해 탄소절감, 수익성, 사업성 등에 있어 새로운 뉴딜 이루어 질 것
- 주체별 정책 홍보
  - 기간제 근로자 채용하여 서울시 에너지 정책 홍보
  - 정부는 시민 대상 환경문제 홍보
  - 시민은 정책 건의 및 절약 실천, 에너지 위기에 익숙해지기 전에 경각심을 가져야 함
- 홍보와 시민참여
  - 서울시의 관련 정책을 주위에 널리 알려서, 그 효용성과 더불어 혜택(인센티브)을 공유
  - 서울시 정책에 대한 시민토론 필요
  - 교육이 아닌 캠페인 실시와 대체 에너지 개발과 효율화에 대한 연구 지원
- 환경 에너지 교육의 중요성
  - 환경 에너지 교육을 주기적으로 시행하고, 오늘 같은 워크숍 참여율 높이기에 집중해야 함
  - 태양광 등의 신재생에너지, 환경 생태수업 필요

□ 이번 워크숍이 서울시 에너지 현황을 이해하는데 도움이 되었는지에 대한 응답

○ 91.5%가 도움이 된 것으로 응답

- 매우 도움이 되었다(55.7%), 도움이 된 편이다(35.7%), 그저 그렇다(7.1%), 도움이 되지 않았다(0%), 전혀 도움이 되지 않았다(1.4%)

(4) 제2차 시나리오 워크숍 결과

□ 2차 워크숍 소감

○ 토론진행(38.8%)에 관한 소감이 가장 많이 나왔으며 시민의식(20%), 정책 관련 사항(16.7%), 발제/질의응답(15%)에 대한 소감이 고루 나옴

○ 정책 관련 소감

- 전략 시나리오 관련

- 시니리오 근거가 미래 정책과 연계되어, 설명되어야 합리적 상상에 도움 될 듯
- 서울시 정책담당자(다른 전문가)의 시나리오별 실현 가능성과 정책 방향이 궁금함
- 서울시가 예상한 프레임(생산, 효율, 절약) 외에 새로운 선택 도출할 기회 필요
- 절약 중심 시나리오는 소비자에게 절약 강조하는 듯함

- 정책에 대한 기대 관련
  - 우선순위 선정 결과에 따라 집중적인 에너지 정책 기대
  - 현재까지 나온 정책들을 잘 종합하여, 최상의 정책 기대(효율중심으로 시민 절약 견인)
  - 에너지 정책 성과 거두도록 합리적 실천방안 제시
  - 구체적 해결방안 생각해 볼 기회 필요
  - 지금보다 더 구체적인 정책 논의 필요
- 태양광 설치 홍보가 매우 부족
  - 서울시 적극적으로 tv홍보 필요

○ **발제/질의응답 관련 소감**

- 1차에 비해 내용 이해가 쉽고 전달 내용이 명확하여 듣기가 수월했음
- 생산, 효율, 절약 세부 내용 알게 되어 유익
- 모든 전략이 중요, 학교에서 몰랐던 내용을 알게 됨
- 기존 건물 에너지효율화 인상적

○ **시민의식 관련 소감**

- 시민의식 변화가 사회변화를 주도함으로써 발전적 미래 기대
  - 환경의식을 지닌 시민들의 참여가 우선되도록
  - 시민들의 에너지 중요성 인식 부족
  - 적극적 홍보 필요, 자신보다 환경 먼저 생각하는 것은 사회 구성원의 의무
- 이번 워크숍이 인식전환의 계기
  - 에너지 미래의 가야 할 방향임을 인식한 계기
  - 일상생활에서 시민 깨우침 필요
  - 절약의 중요성 인식 계기
  - 에너지 미래 위해, 내 주변에서 공동체 주민들과 함께 할 일 도모
- 시민 참여
  - 구체적으로 논의되는 정책안에 대해 의견을 제시하고 참여 기회를 얻게 되어 영광
  - 2차 워크숍 때는 시민의식 상승되는 걸 느낌
  - 학생들 토론을 보니, 서울의 미래가 밝다고 느낌
- 서울시 에너지 정책에 대한 고민과 노력 느끼는 기회

○ **토론 진행 관련 소감**

- 토론 프레임워크 관련

  • 다른 사람과 생각이 다르면서도 일치하는 부분에서 많이 배움. 다른 사람들과 의견교환하는 시간이 뜻깊었으며 다양한 의견 토론하는 재미가 있었음
  • 발제를 중심으로 시민들의 다양한 의견 들어서 좋았음
  • 시민들끼리 토론하고 얘기하는 시간 확대 희망
  • 바뀐 팀원들과 또 다른 생각 공유할 기회 좋았음
  • 토론을 통해 다른 사람들 의견을 듣고 생각이 바뀜. 발제와 입론 이후 생각 변화
  • 토론을 통해 많은 것을 알게 됨
  • 진행 방식이 좋았음
  • 매끄럽고, 짜임새 있는 구성, 내실 있고 속도감 있는 진행, 다양한 프로그램 재미
  • 1차보다 시간적 여유로 효율적 정보 습득 가능. 1차에서는 추상적으로 생각한 반면 2차에서는 구체적으로 생각

- 비주얼 씽킹 관련

  • 그림 그리기 시간을 빼고 전체 시간을 줄였으면 효율적이었을 것
  • 에너지 미래 다양한 의견을 공유하고 그림에 대한 생각을 공유할 수 있어 재밌었던 활동

- 3차 토론 관련

  • 입론을 할 때 생각할 시간을 좀 더 주었으면
  • 2차 워크숍을 통해 시민 실천 방안을 구체적으로 인지할 기회가 됨. 3차는 미래지향적 의견수렴 기대
  • 2차 워크숍까지는 추상적, 3차 액션플랜 논의 기대
  • 에너지 소비가 많은 서울이기 때문에 이러한 워크숍이 더욱 많아져야함. 시민들과 의견교환하고 정보 획득하는 유익한 시간이었음

○ **행사 진행 관련 소감**

  • 3차 때는 휴식시간 두 번으로, 간식도 충분히
  • 3차 마지막 시간 단체 촬영 기대
  • 3차까지 참석한 사람들 메리트가 있었으면
  • 마지막까지 최고의 질 좋은 프로그램 기대
  • 광화문/시청 주변 집회가 많아서 참석 시간 예측 힘듦

○ **개인 소회**

  • 의미 있는 시간이었으며 지속적 교육과 참여의 시간이 필요함을 느낌

(5) 제3차 시나리오 워크숍 결과

□ 시민이 제안하는 미래 서울 에너지 정책

〈표 부록-9〉 시민이 제안하는 정책 투표 결과

내용	비율
에너지 교육 및 캠페인(조기교육, 청소년 의견 반영, 고령자 교육)	31.7%
대중교통(승용차) 마일리지와 자전거 활성화/이륜차 단속	19.5%
태양광 발전 고도화 및 햇빛발전협동조합 지원 세밀화(전기 국산화)	14.6%
리사이클링(PET 수집장치 및 제도 개선)	9.8%
신재생기술 확대(수소충전소 및 지열연구)	7.3%
녹지사업 및 에너지커뮤니티 지원	4.9%
열효율 더하기 사업	4.9%
경유 차량 판매 봉쇄	2.4%
신규건물 녹색 설계기준 외부환경 기준 강화	2.4%
생활 속 에너지 발명제	2.4%
합계	100%

□ 시민의 약속과 제언

서울시민의 약속과 제언

우리 서울에너지시민기획단은 제5차 서울시 에너지계획에 시민의 목소리를 담기 위해 세 차례의 시민워크숍에 참여하였다.

우리 기획단은 지구 온도 1.5℃ 상승을 억제하는 에너지 시나리오가 필요하다는 것에 동의하였다.
이를 위해 시민 참여와 실천을 강화하고, 친환경 재생에너지 기술을 발전시키며, 서울시와 정부가 강력하고 수용성 높은 에너지정책을 시행하여 2040년 서울의 에너지 미래에 대비해야 한다는 의견을 모았다.

따라서 우리는 서울시민의 한 사람으로서 기후변화와 미세먼지 걱정 없는 쾌적한 서울의 삶을 위해 다음 사항을 실천할 것을 약속한다. 또한 서울시와 정부, 기업들의 과제를 다음과 같이 제안한다.

서울시민은

- 나 하나의 편의를 위한 불필요한 에너지 소모가 없는지 살피고, 자원 재활용과 대중교통 이용 등 '에코에너지생활화'를 실천한다.
- 가족, 이웃이 함께 할 수 있는 '에너지 커뮤니티'에 참여해 공부하고 공유한다.

서울시는

- 에너지 정책에 있어서 추격자가 아닌 선도자가 되도록 서울시가 기조를 제시해줘야 한다.
- 시민참여 확대에 기여하는 각종 생활형 시민 혜택을 확대한다.
- 자전거 도로, 전기차 수소차 충전소 등 신재생에너지 플랫폼을 확대하고 관련 기술연구 지원을 강화한다.
- 신규 건물의 환경규제를 철저히 하고 노후 건물의 에너지 효율강화를 적극적으로 시행한다.
- 정권의 변화에 흔들리지 않도록 장기적 비전을 단단히 수립한다.
- 이제는 메가폴리스 서울에 걸맞는 세계를 선도하는 리더형 비전을 담은 정책을 제시하여야 한다.
- 서울시가 장기적인 비전을 마련해서 시민들에게 요구하지말고 지역적 커뮤니티를 통해 의견을 모아서 정책으로 만들자.

정부는

- 수소에너지 등 연구개발분야와 국민의 에너지 인식전환에 투자를 확대하고 관련해 규제든 포상이든 에너지 관련 정책을 전향적으로 제도화 한다.
- 지역특색을 고려한 서울시의 에너지 전환 노력을 우선시 하고 지지한다.
- 교통수단의 에너지전환이 다른 부분에 모범이 되도록 대중교통 편의성을 높인다.

기업은

- 소비자, 공동체, 지구가 상생해야 하다는 가치를 우선한다.
- 에너지 다소비 기업은 신재생에너지를 이용한 에너지 생산 및 효율화를 솔선하고 상품과포장을 줄이기 위한 다양한 방안을 고안한다.
- 건물 및 생산설비의 에너지 효율과 친환경에너지 사용을 글로벌 수준으로 높이는데 최선을 다한다.
- 에너지를 이용해 발생한 소득의 일부를 국내 에너지산업을 위해 환원해야 한다.

2019년 9월 28일

서울에너지시민기획단 참가자 일동

부록 3. 서울에너지 시민기획단 명단

□ **서울에너지 시민기획단의 약속**

○ 서울에너지 시민워크숍의 참가자인 서울에너지 시민기획단은 총 93인으로 워크숍 참석을 통해 이번 지역에너지계획 비전과 목표 설정에 기여하였으며 목표 달성 실현을 위해 시민으로서 함께 노력할 것을 약속함

강병일	강현민	강현아	강호	고영봉	구지은	길재호	김근희	김민석	김민정	김범중
김영순	김예지	김용강	김우영	김은숙	김이라	김이준수	김인자	김인학	김주영	김지윤
김창환	김학준	김한슬	김현수	노태숙	문형택	문혜영	민지애	박다슬	박선화	박성만
박성주	박세호	박소민	박승준	박인수	박재영	박점자	박정진	박주현	박태길	박현동
박현재	방덕호	배혜린	백지은	서강식	서명숙	서수완	서지연	송기완	신연희	양원정
오병문	오병호	오승모	오정림	오회옥	유정근	윤윤정	이기석	이명화	이범국	이승식
이승희	이윤근	이윤주	이은주	이재찬	이지훈	이천수	임주현	전단미	전민성	정상
정다양	정영자	정윤아	조남걸	조영남	조윤근	조인환	조준형	채수경	최혜주	한명우
한민승	현근호	홍연숙	홍지수	홍천대자						

연 구 총 괄			조 항 문

(제1권) 제5차 서울특별시 지역에너지계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	유 정 민		황 인 창
	김 고 운		홍 상 연
	류 주 현		남 현 정
			이 성 옥
외 부 연 구 진		에너지경제연구원	오 세 신
		한양대학교	고 준 호
		녹색교통운동	송 상 석
		서울대학교 환경대학원	손 원 익
시민워크숍운영			
한국퍼실리테이터연합회	서 은 덕	코리아스픽스	이 병 덕
코리아스픽스	유 은 영	코리아스픽스	임 동 일
(제2권) 해외도시 에너지계획 사례			
서울대학교 환경대학원	김 혜 승		박 정 민
	타카노 사토시		리 금 강
(제3권) 서울시 수송부문 에너지 사용 현황			
		녹색교통운동	송 상 석
(제4권) 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	김 묵 한		유 정 민
	황 인 창		홍 상 연
	류 주 현		이 성 옥
외 부 연 구 진		경북대학교	허 태 욱
		서울대학교 환경대학원	손 원 익

연 구 자 문 단			
서울대학교 환경대학원	윤 순 진	동국대학교 다르마칼리지	박 진 희
한화큐셀&첨단소재	정 규 창	RE도시건축 연구소	추 소 연
녹색교통운동	송 상 석	기후변화행동연구소	박 현 정
녹색전환연구소	이 유 진	에너지기후정책연구소	한 재 각
경북대학교	진 상 현	지역에너지전환전국네트워크	류 홍 번

출판물명	제5차 서울특별시 지역에너지계획
판 사 항	초판 1쇄(2020년)
발 행 인	서울특별시장 박원순
발 행 처	서울특별시 기후환경본부
주 소	서울시 중구 덕수궁길 15
전 화	02-2133-3553
판매가격	비매품
발간등록번호	51-6110000-001220-13
ISBN	979-11-6161-928-6
	979-11-6161-927-9 (세트)
연구기관	서울연구원

본 제작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.

발 간 등 록 번 호
51-6110000-001220-13

해외도시 에너지계획 사례

2020

서울특별시

서울연구원
The Seoul Institute

제 출 문

서울특별시장 귀하

본 보고서를 귀 시가 의뢰한 「서울시 지역에너지계획 2040 수립 학술 용역」의 해외도시 에너지계획 사례 성과품으로 제출합니다.

2020년 2월

서울연구원 원장 서왕진

차례

해외 주요 도시 사례 요약 ····· 1

TOKYO, JAPAN ····· 3

BEIJING, CHINA ····· 27

NEW YORK, UNITED STATES ····· 41

BERLIN, GERMANY ····· 69

LONDON, UNITED KINGDOM ····· 89

PARIS, FRANCE ····· 111

부록. PORTUGAL ····· 137

‖ 해외 주요 도시 사례 요약 ‖

온실가스 감축(총괄)

〈표 요약-1〉 도시별 온실가스 감축 목표

도시명	감축 목표	목표연도(년)	기준연도(년)	달성률
도쿄[1]	30%	2030	2000	-4.2%(2017)
뉴욕	40%, 100%[2]	2030, 2050	2005	17%(2017)
파리[3]	30%, 50%, 100%	2020, 2030, 2050	2004	6.3%(2014)[4]
베를린[5]	40%, 60%, 85%	2020, 2030, 2050	1990	33.3%(2015)
런던	40%, 60%, 100%	2020, 2025, 2050	1990	31%(2016)

재생에너지 생산(총괄)

〈표 요약-2〉 도시별 재생에너지 생산 목표

도시명	생산 목표	도달연도(년)	달성률
도쿄	20%, 30%	2024, 2030	14.1%(2017)
베이징	8%[6]	2020	6.6%(2015)
뉴욕	50%, 100%	2030, 2040	27%(2019)
파리	25%, 45%, 100%	2020, 2030, 2050	17%(2017)
런던[7]	15%	2030	2%(2016)

전력자립률(총괄)

〈표 요약-3〉 도시별 전력자립률 목표

도시명	전력자립률 목표	도달연도	달성률
파리[8]	8%, 10%, 20%	2020, 2030, 2050	5%(2014)

1) 에너지 감축 목표는 2030년까지 2000년 대비 38% 감축, 2017년 현재 23% 감축을 이룸
2) 뉴욕의 탄소중립은 도시 내 온실가스 감축 80%와 크레딧 구입 20%를 의미하며, 파리의 탄소중립은 도시 내 온실가스 감축 100%와 간접배출된 온실가스를 크레딧으로 구입하는 것을 의미
3) 에너지 감축목표는 2004년 대비 2020년까지 25%, 2030년까지 35%, 2050년까지 50% 감축, 2014년 7%를 이룸
4) 이는 국제 표준화 기준인 GPC 방법으로 계산할 경우 감축률을 말함. 파리는 프랑스 환경에너지관리청(ADEME)이 직접 개발한 'Bilan Carbone®' 방식의 온실가스 배출량 계산법을 위주로 사용하며 이를 통한 감축률은 약 10%이며 목표치도 2020년까지 25%, 2030년까지 40%, 2050년까지 80%로 달라짐
5) 베를린은 온실가스 전체가 아닌 CO_2 감축 목표 설정
6) 2015년에 비해 35% 이상 증가하는 것으로, 620만톤 표준 석탄의 발전량과 동일
7) 재생에너지와 지역 열 난방이 에너지수요의 15% 달성
8) 전력자립률과 비슷한 개념으로 도시내 재생에너지 생산비율을 사용하고 있음

TOKYO, JAPAN

東京都環境基本計画 2016

도쿄도 환경기본계획

http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/basic/plan/master_plan/body.html

● 도쿄도 요약 ●

비전

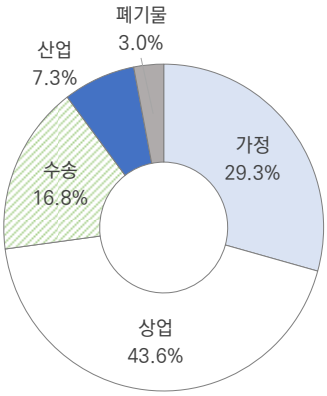
- 저탄소, 쾌적성, 방재력을 갖춘 스마트 에너지 도시 실현
- 에너지 절약 대책 및 에너지 관리 추진
- 재생가능에너지 도입 확대
- 수소 사회 실현

관련 지표

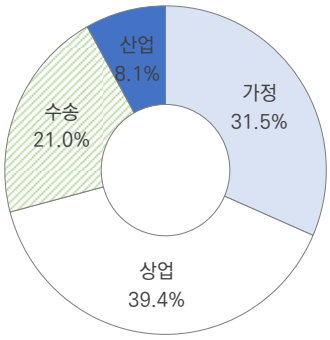
- 2030년까지 2000년 대비 온실가스 30% 감축
- 2030년까지 2000년 대비 최종에너지 소비량 38% 감축
- 2030년까지 도쿄도 내의 전력 소비량 중 재생에너지 비율을 30% 까지 향상

현황

- CO_2 배출량은 2017년 기준 상업부문 43.6%, 가정부문 29.3%, 수송부문 16.8%, 산업부문 7.3%, 폐기물 3.0%로 구성됨
- 최종에너지 소비량은 2017년 기준 상업부문 39.4%, 가정부문 31.5%, 수송부문 21.0%, 산업부문 8.1%로 구성됨



부문별 CO_2 배출 비중



부문별 최종에너지 소비 비중

TOKYO, JAPAN

東京都環境基本計画 2016

도쿄도 환경기본계획

목 차

1. 개요

2. 현황 및 목표

    2.1. 비전 및 목표

    2.2. 도쿄도의 에너지 현황

3. 주요 사업

    3.1. 에너지 공급

    3.2. 건물부문

    3.3. 수송

    3.4. 산업부문

    3.5. 열섬 현상 대책

4. 목표 달성 현황

1. 개요

기후변화의 위험과 실제 피해가 커지고 이에 대한 대책이 요구되고 있는 가운데 도쿄도는 2010년에 배출권 거래제를 선행적으로 실시하는 등 발 빠르게 저탄소 도시로 전환하는 정책을 추진해 왔다. 온실가스 배출 제약이 강해지고 있는 이 시대에 도쿄의 활력을 유지하며 지속적인 성장이 가능하게 하려면 도쿄의 기업 활동과 도시 계획을 저탄소 모델로 전환하는 것이 필수로 인식되고 있기 때문이다. 2016년 3월 도쿄도는 환경기본계획을 개정하고 저탄소·쾌적성·방재력의 세 가지 목적을 갖춘 스마트 에너지 도시의 창조를 이념으로 내걸었다. 구체적으로는 크게 세 가지 정책 분야가 있다. 첫째로 에너지 절약 대책 및 에너지 관리 추진, 둘째로 재생가능에너지 도입의 확대, 셋째로 수소 사회의 실현이다. 또한 2030년까지 2000년 대비 도쿄의 에너지 소비를 38% 절감, 온실가스 배출량을 30% 감축한다는 야심 찬 목표를 밝혔다. 이는 2015년에 체결된 COP21 파리협정에서 내거는 '금세기 후반에 온실가스 배출을 실질적으로 제로로 한다.'라는 목표를 도쿄도 따라가겠다는 것을 의미한다. 도민, NPO, 사업자, 타 지자체와 해외 대도시와도 연계하며 '제로 배출 도쿄'의 실현을 위한 다양한 실천을 전개하고 있다.

2. 현황 및 목표

2.1. 비전 및 목표

2016년 3월에 수립된 환경기본계획 2016에서 제시한 비전은 저탄소·쾌적성·방재력을 갖춘 스마트 에너지 도시 실현이다. 이를 현실화하기 위해 세 가지 정책이 추진되고 있다. 첫째로 에너지 절약 대책 수립 및 에너지 관리, 둘째로 재생가능에너지의 도입 확대, 셋째로 수소 사회 실현을 위한 노력이다. 이를 통해 도시에서 최소한의 에너지와 재생가능에너지 등 탄소중립에너지를 사용하여 쾌적하게 생활할 수 있는 탈탄소형 에너지 사회로 전환하는 것이 도쿄도 환경기본계획의 최종 목표이다.

1) 기존의 에너지 절약 대책 및 에너지 관리 추진 정책 강화

도쿄도는 그동안 대규모 사업장에는 배출권 거래제를 도입하고, 중소규모 사업장에는 지구온난화대책 보고서 작성 제도를 도입했다. 또한 에너지 진단 및 절약, 저탄소 벤치마킹 등에 대한 정보·노하우를 제공해 왔다. 동일본 대지진 후에는 심각한 전력 부족을 겪었다. 이를 계기로 에너지 이용의 고효율화 및 최적화를 도모하는 에너지 관리 및 열병합 시스템(CGS) 등의 자립 분산형 전원을 확대 보급해오고 있다. 이러한 기존 노력을 앞으로 더욱 강화할 계획이다.

2) 재생가능에너지의 도입 확대

2012년 7월에 중앙정부가 수립한 재생가능한 전력 고정가격매입제도(FIT, Feed in Tariff)와 함께 도쿄도는 계통 부하의 경감이나 지역 방재력 향상에 공헌하는 자가 소비형 재생에너지의 확대에도 독자적으로 지원하고 있다. 또한 태양열이나 지열 등의 열 이용과 같은 지역 내 재생가능에너지의 도입을 확대하고자 한다.

3) 수소 사회의 실현

수소 에너지는 환경 친화적이고, 에너지 공급원이 다양하며, 높은 경제적 파급 효과 및 방재 효과가 있다. 도쿄도는 수소 에너지의 많은 장점들에 주목하여 사업을 확대하고 관련 정보를 제공하며 홍보 활동을 적극 전개하고 있다. 2015년에는 연료전지 자동차 보급 및 수소충전소 정비를 재정적으로 지원하는 기금을 설립하였으며 다양한 보조금 사업을 진행 중이다. 2020년 도쿄 올림픽을 위해 도쿄도는 수소 에너지 관련 인프라 구축을 신속하게 진행하고 있다.
'환경기본계획 2016'에 제시된 목표는 다음과 같다.

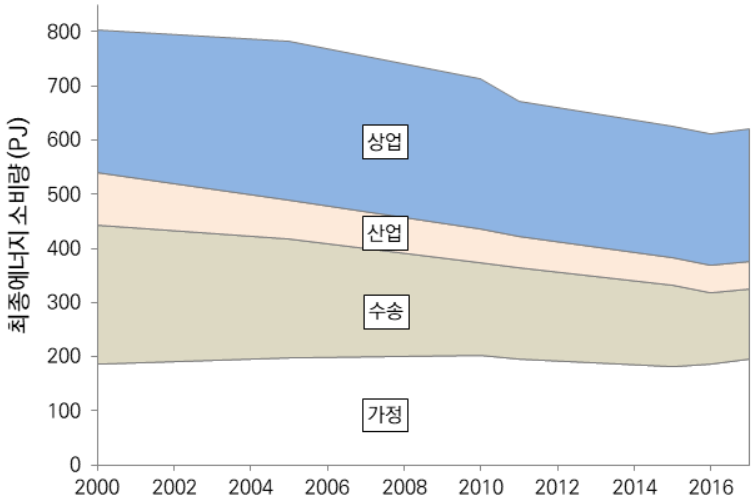
- 에너지 절약 대책 및 에너지 관리 분야 2030년까지 도쿄의 온실가스 배출량을 2000년 대비 30% 감축 목표(산업·상업부문에서 약 20% 감축, 가정부문에서 약 20% 감축, 수송부문에서 약 60% 감축)
- 2030년까지 에너지 소비량 2000년 대비 38% 감축 목표(산업·상업부문에서 약 30% 감축, 가정부문에서 약 30% 감축, 수송부문에서 약 60% 감축)
- 2030년까지 도쿄도 내 차세대 자동차[9] 보급 비율 승용차에서 80% 이상, 화물차에서 10% 이상 보급. 상업용 열병합 발전 시스템의 도입 2024년까지 60만㎾, 2030년까지 70만㎾로 증가
- 도쿄도 내의 재생가능에너지에 의한 전력 사용 비율 2024년까지 20%, 2030년까지 30%로 향상
- 태양광 발전 설비 2024년까지 100만㎾, 2030년까지 130만㎾ 보급. 2020년까지 도쿄도 소유 시설에 태양광 발전 시설 2만2천㎾ 증설 목표
- 도쿄도 내 연료전지 자동차 2020년까지 6,000대(연료전지 버스 100대 이상), 2025년까지 10만대, 2030년까지 20만대 보급. 수소충전소는 2020년까지 35기, 2025년까지 80기, 2030년까지 150기 건설 목표. 가정용 연료 전지 보급은 2020년까지 15만대, 2030년까지 100만대 확대

2.2. 도쿄도의 에너지 현황

도쿄의 최종 에너지 소비는 2005년 이후 감소 추세에 있다. 2017년의 에너지 소비는 620PJ(속보치 기준)로 2000년 802PJ에 비해 약 23% 감소했다. 부문별로는 2000년도 대비 산업·상업부문에

9) 차세대 자동차에는 연료 전지 자동차, 전기 자동차, 플러그인 하이브리드 자동차, 하이브리드 자동차가 포함됨

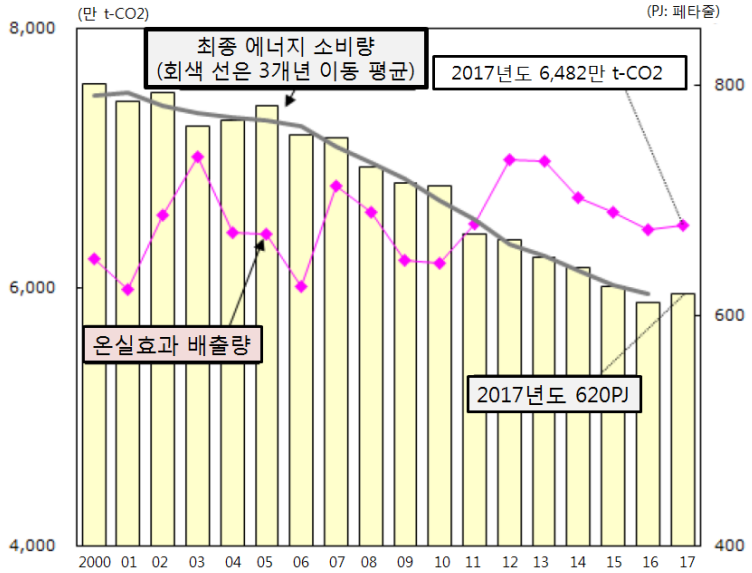
서 18%, 수송부문에서 49% 감소했으며, 가정부문에서는 5.2% 증가했다.



자료: 도쿄도 환경국

〈그림 1〉 부문별 최종에너지 소비량

〈그림 2〉과 같이 도쿄의 2017년도 온실가스 배출량은 6,482만톤CO_2(잠정치)이다. 2000년도 6,220만톤CO_2에 비해 약 4.2% 증가했지만 2012년도부터 감소 추세에 있다. 에너지 소비가 감소하고 있음에도 불구하고 배출량이 증가하고 있는 것은 도쿄에 공급되는 전기의 CO_2 배출계수[10]가 크게 상승하고 있기 때문이다. 에너지 소비로 인한 이산화탄소는 2000년도 대비 1.8% 감소했다. 그 중 산업·상업부문에서 9.3%, 가정부문에서 33%, 폐기물부문 47% 증가했으며, 수송부문에서는 44% 감소했다. 기타 온실가스부문에서 HFC류의 증가로 95% 증가했다.

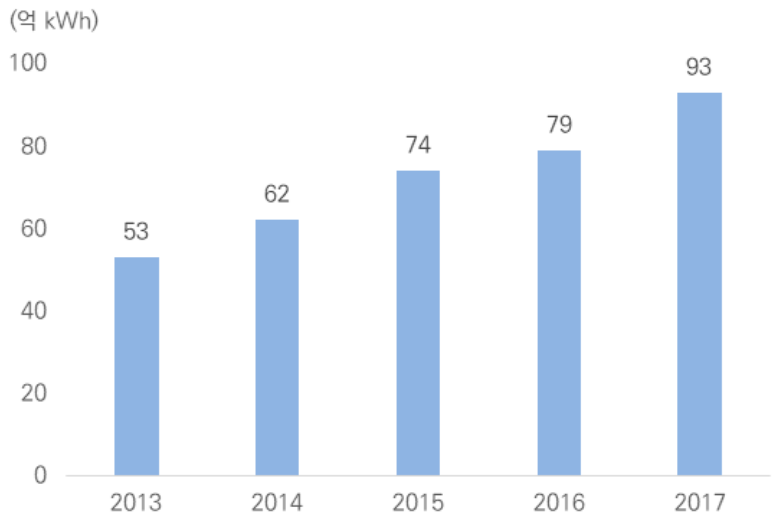


주: 2017년은 속보치
자료: 도쿄도 환경국

〈그림 2〉 도쿄의 최종 에너지 소비량 및 CO_2 배출량 추이

10) 전기의 CO_2 배출계수는 전기 1㎾h 당 얼마나 CO_2를 배출하는지를 나타내는 값

2017년 도쿄에 대한 전력 공급에 따른 CO_2 배출량은 3,699만tCO_2eq에서 CO_2 배출계수는 0.471이었다. 재생가능에너지 공급량의 증가 등으로 2013년을 정점으로 모두 감소하고 있다. 도쿄에 대한 재생가능에너지 공급량은 93억kWh로 매년 증가하고 있다. 재생가능에너지로 발전된 도쿄도 내 전력 사용량은 112억kWh로 추정된다. 도쿄의 2017년도 전력 소비량은 약 792억kWh이기 때문에 도쿄의 재생가능에너지 전력사용 비율은 약 14.1%에 해당한다.



〈그림 3〉 도쿄도의 재생가능에너지 공급량

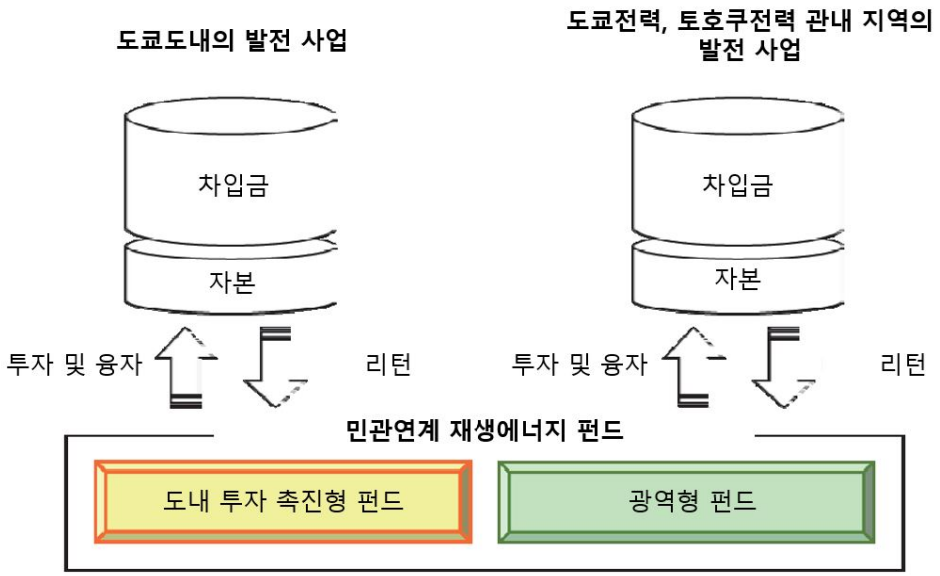
3. 주요 사업

3.1. 에너지 공급

3.1.1. 전반적인 정책

1) 민관 연계 재생가능에너지 펀드

도쿄도는 재생가능에너지의 도입 촉진이나 동북지방의 광역적인 보급 확대를 목적으로 민관 연계 재생가능에너지 펀드를 운용하고 있다. 도쿄도 내의 재생가능에너지 발전 사업에 투자하는 '도내 투자 촉진 펀드'와 도쿄전력 및 도호쿠전력 관내 지역의 재생가능에너지 사업에 투자하는 '광역형 펀드'가 있다. 도쿄도는 도내 투자 촉진 펀드에 2억 엔, 광역형 펀드에 10억 엔을 출자하며 펀드 전체 규모는 약 100억 엔이다. 주로 태양광 발전 사업에 투자되고 있다. 민관 연계 재생가능에너지 펀드의 구조를 도식화하면 다음과 같다.



〈그림 4〉 민관 연계 재생가능에너지 펀드 구조

2) 에너지 환경 계획서 제도

도쿄도는 도쿄에 전력을 공급하는 전기 사업자에게 전기의 CO_2 배출계수 감축과 재생가능에너지의 도입에 대해 자주적인 목표설정과 보고를 의무화하는 '에너지 환경 계획서 제도'를 2005년부터 실시하고 있다. CO_2 배출계수의 감축을 계획적으로 추진함으로써 도쿄에 공급되는 전기의 환경성 향상을 도모하며 이러한 사업자의 활동 내용을 공표함으로써 수요자가 환경에 배려한 사업자를 쉽게 선택할 수 있는 효과를 기대할 수 있다. 2016년 4월부터 전국 단위에서 시작된 전력 소매 시장 자유화로 인해 국가등록을 받은 소매 전기 사업자가 증가했기 때문에 2017년 대상 사업자 수는 160명에 이르렀다.

3) 지산지소형 재생가능에너지 도입 확대 사업

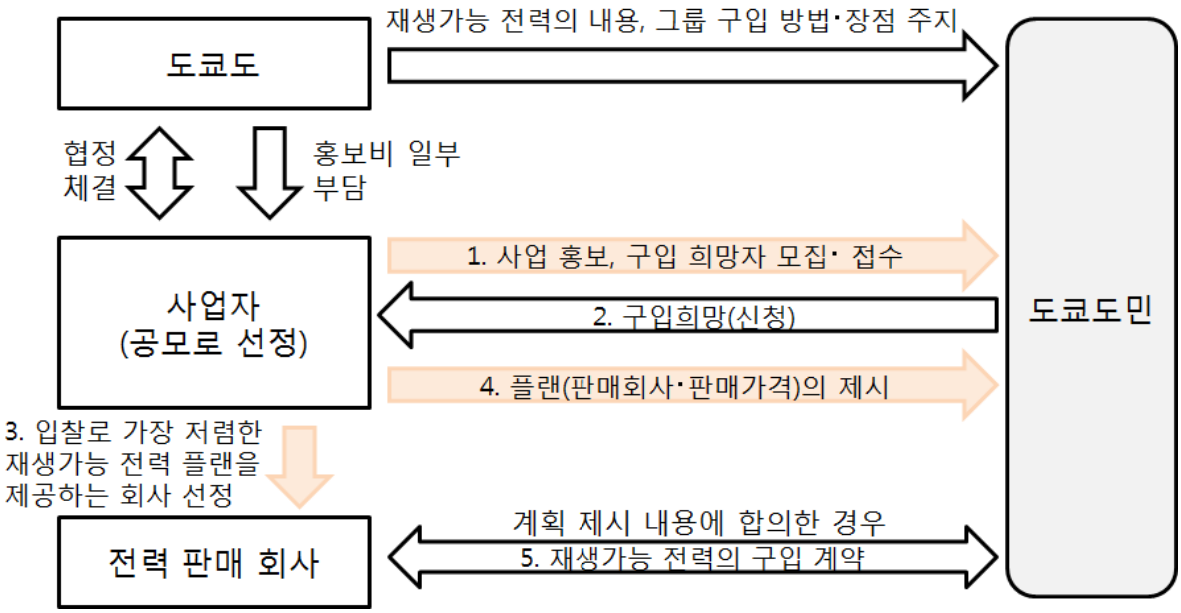
2012년 7월에 정부가 재생가능에너지의 고정가격 매입 제도(FIT)를 시작했기 때문에 재생가능에너지 도입의 장애물이었던 비용 문제는 크게 개선되었다. 그러나 자가 소비형 재생가능에너지 발전 시설은 FIT 대상에서 제외되어 있다. 이에 도쿄도는 자가 소비형 재생가능에너지 발전 설비 및 재생가능에너지 열 이용 설비를 도쿄에 설치하는 사업자에 대해 사업비의 일부를 보조하는 '지산지소(地産地消)형 재생가능에너지 도입 확대 사업'을 2016년에 시작하여 2020년까지 계속되고 있다. 중소기업은 사업비용의 2/3 이내(상한 1억 엔), 기타는 사업비용의 1/2 이내(상한 7,500만 엔)의 보조금을 받을 수 있다. 4년간의 총 예산은 24억 엔이다. 보조 대상 설비와 요건은 다음과 같다.

〈표 1〉 지산지소형 재생가능에너지 도입 확대 사업의 대상 및 요건

종류	세부 항목	요건(복수 있는 경우 모두 충족해야 함)
재생가능에너지 발전 설비	태양광 발전	발전출력이 5㎾ 이상
	풍력 발전	발전출력이 1㎾ 이상
	소수력 발전	발전출력이 1㎾ 이상 1,000㎾ 이하
	지열 발전	없음
	바이오메스 발전	• 바이오메스 의존율이 60% 이상 • 발전출력이 10㎾ 이상
	축전지	• 자가 소비형 재생가능에너지 발전 설비와 함께 도입 • 전력 계통에서의 전기보다 재생가능에너지 발전 설비에서 전기를 우선적으로 축전
재생가능에너지 열 이용 설비	태양열 이용	집열기 총 면적이 10㎡ 이상
	온도차 이용	열 공급 능력이 10㎾ 이상 또는 36MJ/h 이상
	지열 이용	• 온기, 냉기, 온수·냉수, 부동액의 유량을 조절하는 기기를 갖춤 • 히트 펌프를 설치하는 경우 열 공급 능력이 10㎾ 이상
	바이오메스 열 이용	• 바이오마메 의존율이 60% 이상 • 바이오마메 열병합 설비의 경우 발전출력이 10㎾ 이상
	바이오메스 연료 제조	• 바이오매스 발전 설비 또는 바이오매스 열 이용 설비와 함께 도입 • 바이오매스 의존율이 60% 이상 -메탄 발효 방식의 경우 다음 요건을 충족해야 함 1. 가스 제조량: 100Nm3/일 이상 2. 저위 발전량: 18.84MJ/Nm3 (4,500kcal/Nm3) 이상 -메탄 발효 방식 이외의 경우 다음 요건을 충족해야 함 1. 제조량 ·고형화: 150kg/일 이상 ·역화: 100kg/일 이상 ·가스화: 450Nm3/일 이상 2. 저위 발전량 ·고형화: 12.56 MJ/kg (3,000kcal／kg) 이상 ·역화: 16.75MJ/kg (4,000kcal/kg) 이상 ·가스화: 4.19MJ/Nm3 (1,000kcal/Nm3) 이상

4) 재생가능에너지 그룹 구매 촉진 모델 사업

도쿄도는 재생가능에너지 전력의 구입 희망자를 모집해서 일정량의 수요에 맞춰 가격을 절감하고 재생가능에너지 전력의 구입을 촉진시키는 국내 최초의 시범 사업 '재생가능에너지 그룹 구매 촉진 모델 사업'을 2019년 7월부터 시작한다고 발표했다. 판매하는 재생가능에너지 전력은 30%이며, 판매가격은 일반 가정의 표준 가격 이하가 될 것으로 예상하고 있다. 사업 기간은 2022년 3월까지로 예정되어있다. 도쿄도는 사업비용 중 첫해 홍보활동비로 1,000만 엔의 범위 내에서 사업자에게 보조를 한다. 재생가능에너지 그룹 구매 촉진 모델 사업의 틀은 다음과 같다.



〈그림 5〉 재생가능에너지 그룹 구매 촉진 모델 사업의 틀

3.1.2. 태양광 발전

1) 도쿄 태양열 지붕 대장

도쿄 태양열 지붕 대장(台帳)이란 건물마다 일사량을 예측하고 태양광 발전 설치 적합도와 설치 가능 시스템 용량(추정)과 예측 발전량 등을 표시하는 인터넷 지도이다. 2014년 3월부터 공익재단법인 도쿄도 환경공사에 공개되어 있다. 또한 상담 창구를 설치하여 태양광 발전 설치를 고려하고 있는 도민의 불안과 의문 해소에 대응하고 있다. 이를 통해 기초 지자체와 연계하며 태양광 발전 시스템과 태양열 이용 시스템 설치 촉진을 도모하고 있다.

2) 솔라 카 포트 보급 촉진 모델 사업

도쿄도 환경공사는 2015년부터 도쿄도 내 주차장 상부 공간에 태양광 발전 설비를 설치하는 '솔라 카 포트 보급 촉진 모델 사업'을 도쿄도와 협력해서 추진해왔다. 솔라 카 포트를 확대해 나가는데 있어 시장이 아직 발전 단계에 있기 때문에 비용이나 입지 면에서 과제가 많다. 이에 환경공사가 솔

라 카 포트 시설을 건설하고 유지 및 관리함과 동시에 각종 과제의 해결을 위한 검증과 향후의 보급 확대 시책을 검토할 예정이다.

3) 버스 정류장 태양광 패널 등 설치 촉진 사업 및 역사의 태양광 패널 등 설치 촉진 사업

2017년부터 도쿄에 있는 버스 정류장에 태양광 패널과 축전지를 동시에 설치하는 사업자에게 설치비용의 3/4을 보조하는 '버스 정류장 태양광 패널 등 설치 촉진 사업'을 시작했다. 또한 2018년부터 역사(驛舍)에 태양광 패널과 축전지를 설치하는 사업자에게 설치비용을 보조하는 '역사의 태양광 패널 등 설치 촉진 사업'을 시작했다. 사업비의 2/3을 보조하며 역사 1개당 2억 엔의 상한액이 있다.

〈그림 6〉 도쿄도가 설치한 솔라 카 포트

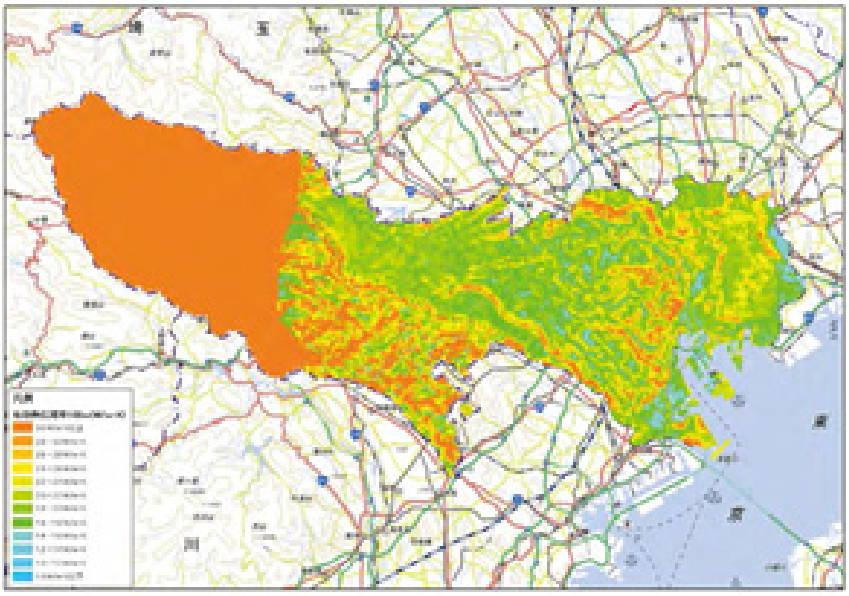
〈그림 7〉 버스 정류장에 설치된 태양광 패널

4) 하하지마의 재생가능에너지 100% 전력 공급 실증 사업

도쿄도는 오가사와라(小笠原) 촌과 도쿄전력 파워그리드 주식회사와 '제로 배출 아일랜드' 실현을 위한 노력의 일환으로 오가사와라 촌 하하지마(母島)(인구 약 470명)에 재생가능에너지 100% 전력 공급을 위한 실증 사업 협정을 체결했다. 하하지마에 태양광 패널과 축전지를 설치하고 1년 중 반년은 태양광만으로 전력 공급을 할 계획이다. 태양광 패널이 자연환경에 미칠 영향을 고려하여 실시 여부를 신중하게 판단한 뒤 이르면 2022년 말에 실증 사업을 시작할 예정이다. 실증기간은 3년을 예상하고 있다. 실증 후에는 태양광 발전의 전력 공급을 계속함과 동시에 재생가능에너지 확대를 계속 도모할 것이다.

3.1.3. 지열

도쿄도는 지층과 지하수 등을 분석하고 채열 가능량을 지점마다 색으로 분류한 '지열 잠재력 지도'를 2015년부터 공개하고 있다. 지열 이용의 효과를 알기 쉬운 형태의 정보로 제공함으로써 도민 및 사업자에 대한 인지도 향상을 도모하고 있다.



〈그림 8〉 지열 잠재력 지도

3.1.4. 수소 에너지

1) 도쿄도 수소 사회·스마트 에너지 도시 만들기 추진 기금

수소 에너지는 이용 단계에서 물 밖에 배출하지 않는 환경성능, 에너지 공급원의 다양화, 높은 경제적 파급 효과 및 재해 발생 시 독립적인 에너지원으로 활용할 수 있는 등 많은 장점들이 있어서 이 보급 확대가 기대되고 있다. 도쿄도는 2014과 2015년에 '수소 사회의 실현을 향한 도쿄 전략회의' 및 '추진회의'를 각각 설치하고 정책 목표의 실현을 위한 구체적인 대책 등을 논의했다. 또한 구체적으로 2015년에 400억 엔의 '도쿄도 수소 사회·스마트 에너지 도시 만들기 추진 기금'을 설립하고 연료전지 자동차 보급 및 수소충전소 정비를 재정 지원하는 정책을 강구했다. 각종 수소 도입 촉진 사업은 다음과 같다.

〈표 2〉 수소 에너지 도입 촉진 사업

사업명	내용	보조 금액
연료 전지 자동차 도입 촉진 사업	도내에 사업소를 소유하는 법인 또는 개인에 연료전지 자동차 구입 보조	국가의 보조의 1/2
연료전지 자동차 용 외부 급전장치의 도입 촉진 사업	도내에 사업소를 소유하는 법인 또는 개인에 외부 급전 장치 구입 보조	구입 금액의 1/2 (상한 40만 엔)
연료전지 버스 도입 촉진 사업	버스 사업자에 연료 전지 버스 구입 보조	비용의 2/3에서 2,000만 엔을 제외한 금액 (상한 5,000 만 엔)
사업소용 재생가능에너지 유래 수소 활용 설비 도입 촉진 사업	도내 사업소에서 재생가능에너지 전력으로 수소를 생산·활용하는 설비를 설치하는 사업자에게 설비 설치비 보조	설비 설치에 필요한 경비의 1/2 (50N㎥/일 이상: 최대 3억 7,000만 엔) (50N㎥/일 미만: 최대 1억 엔)
수소를 활용한 스마트 에너지 구역 형성 추진 사업	도내 건축물에서 수소 활용 설비를 도입하는 사업자에 설치비 보조	국가와 도쿄도의 보조액을 합하며 보조 대상 경비의 2/3 이내 (도쿄도 보조 상한 3억 3,300만 엔)

이러한 지원을 통해 연료전지 자동차 및 버스, 가정용 연료전지 도입이 확대되고 있다. 2018년 9월 기준, 도쿄도가 운영하는 연료전지 버스 5대이다. 또한 2018년 3월 기준, 도내에 가정용 연료전지는 약 4만 6,000곳에 설치되어 있다.

〈그림 9〉 도쿄도에서 운영하는 수소 연료전지 버스

〈그림 10〉 도쿄도에 있는 수소충전소

연료전지 자동차의 보급에 필수적인 수소충전소는 2018년 9월 기준으로 도내에 14개가 설치되어 있다. 보급에 있어서 비용 및 수익성에 과제가 있을 뿐 아니라 주요 도로와의 거리 개선을 비롯한 과감한 규제완화가 요구되고 있다. 당분간은 도심부, 올림픽·패럴림픽 경기장이 모여 있는 구역과 선수와 대회 관계자를 위한 수송 도로에 중점적으로 정비를 진행할 예정이다. 또한 도쿄도는 수소충전소의 정비 또는 운영하는 사업자에 대해 정비비용 및 운영비의 보조를 실시하는 '수소충전소 설비 등 도입 촉진 사업'을 전개하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

〈표 3〉 수소충전소 설비 등 도입 촉진 사업 세부 내용

보조 대상	보조 금액
정비비용	정치(定置)식: 국가와 도쿄도의 보조를 합해서 비용의 4/5(중소기업은 전액 보조)
	이동식: 국가와 도쿄도의 보조를 합해서 전액 보조
	연료전지 버스: 국가와 도쿄도의 보조를 합해서 전액 보조(도쿄도 보조 상한: 3억 5,000만 엔)
운영비	토지 임차료의 1/3
	토지 임차료를 제외한 운영비: 대기업은 상한 500만 엔, 중소기업은 최대 1,000만 엔

2) 2020년 도쿄 올림픽을 계기로 한 수소 활용

2020년 도쿄 올림픽 선수촌에서 대회 종료 후, 수소충전소를 설치하고 BRT[11]와 연료전지 자동차에 대한 수소 공급을 진행할 계획이다. 또한 수소 파이프라인과 차세대 수소 연료전지 등 신기술의 도입을 검토하며 일본 최초의 본격적인 수소 공급 시스템 구축을 통해 수소 사회 실현을 위한 모델을 제시한다. 주택가에도 연료전지의 설치로 전력 자급률을 높이고 에너지의 지산지소와 저장으로

11) BRT는 'Bus Rapid Transit'의 약자로 굴절버스, 버스 전용도로, IC 카드시스템, 도로 개량 등으로 인해 철도 못지않은 기능을 가지며 유연성을 겸비한 버스를 기반으로 한 도시 교통 시스템을 말함

재해 시에도 자립할 수 있는 도시를 목표로 한다.

3) 정보제공 및 홍보 등 기타 활동

도쿄도는 2016년 5월에 후쿠시마현, 국립연구개발법인 산업기술 종합연구소 및 도쿄도 환경공사와 제휴 협정을 체결했다. CO_2 프리 수소의 활용에 대한 공동 연구에 임함과 동시에 환경 행사 등에서 후쿠시마현의 수소·재생가능에너지 시책과 도쿄도의 수소 사회 실현을 위한 실천을 서로 소개하는 등 협력을 추진하고 있다. 또한 도민을 대상으로 수소 에너지에 대한 이해 촉진을 위한 세미나와 심포지엄을 개최하는 등 수소 에너지를 활용하는 의의, 수소의 안전성과 위험에 대한 정보를 정확하게 제공하기 위해 다양한 수단을 활용하고 있다. 2016년 7월에는 수소 정보관 '도쿄 스이소미루'가 개관되었다.

〈그림 11〉 도쿄 스이소미루

2017년 11월에는 대학, 협회, 민간단체와 도내 기초 지자체들과 함께 'Tokyo 수소 추진팀'을 출범했다. 2019년 4월 기준 118개의 단체가 참여하고 있다. 선진 사례의 정보공유, 공통 정보 발신 등 많은 민관단체들과 함께 수소 보급을 위한 활동을 널리 전개하고 있다. 또한 중앙정부에게는 규제완화와 지속적인 재정 지원, 제조과정의 저탄소 수소 조기 보급 에 강력히 요구할 예정이다.

3.2. 건물부문

3.2.1. 가정부문

1) 전반적인 정책

가정부문에서 배출되는 CO_2는 도내의 CO_2 배출량 전체의 약 30%를 차지한다. 도쿄도는 가정의 에너지 절약 실천 확대를 위해 에너지 절약 어드바이저에 의한 호별 방문 상담, 에너지 절약 진단원에

의한 에너지 절약 진단 등의 실시함으로써 에너지 절약에 관한 정보와 실천 방법을 제공하고 있다. 또한 백열전구 또는 전구형 형광등 1개를 도쿄도가 등록한 지역 가전 상점이나 양판점에 가져가면 LED 전구 1개를 무료로 교환함과 동시에 에너지 절약의 조언을 하는 'LED 에너지 절약 운동 추진 사업'을 2018년 8월부터 2019년 3월까지 실시했다.

2) 가정의 에너지 이용 고도화 촉진 사업

보다 수준이 높은 에너지 절약 시스템 보급에 있어서는 가정의 에너지 소비량 감소 및 비상시의 자립성 향상을 목적으로 축전지 시스템, Vehicle to Home 시스템, 가정용 연료전지 및 태양열 이용 시스템의 도입에 대해 보조하는 '가정의 에너지 이용 고도화 촉진 사업'을 2016년부터 시작했다. 신청기간은 2016부터 2019년으로 보조 총액은 2016년부터 2021년까지 약 47억 엔이다. 보조 내용은 다음과 같다.

〈표 4〉 가정의 에너지 이용 고도화 촉진 사업

대상 기기	보조율	상한액
축전지 시스템	기기의 1/6 (영수(領收)일이 2019년 3월 31일 이전)	4만 엔/kWh (24만 엔/호까지)
	기기의 1/2 (영수일이 2019년 4월 1일 이후)	10만 엔/kWh (60만 엔/호까지)
Vehicle to Home 시스템	기기의 1/8 (영수일이 2019년 3월 31일 이전)	5만 엔/대
	기기의 1/2 (영수일이 2019년 4월 1일 이후)	30만 엔/대
가정용 연료전지	기기의 1/5	10만 엔/대(단독주택) 15만 엔/대(공동주택)
태양열 이용 시스템	기기 비용과 공사비의 1/3	6만 엔/㎡ 24만 엔/대(단독주택) 15만 엔/대(공동주택)

3) 기존 주택의 고단열 창 도입 촉진 사업

열 출입이 큰 창문의 단열 촉진을 위해 단독·공동주택의 소유자 또는 관리조합을 대상으로 기존 주택에 고단열 창으로의 교체를 지원하는 '기존 주택의 고단열 창 도입 촉진 사업'을 실시하고 있다. 대상 비용의 1/6(상한 50만 엔)을 도쿄도가 보조한다. 신청 기간은 2017년부터 2020년, 보조금 총액은 24.75억 엔이다.

3.2.2. 도시계획 정책

1) 건축물 환경 계획서 제도

도쿄도는 2010년부터 건축물 환경 계획서 제도를 실시하고 있다. 연면적 5,000㎡를 초과하는 건축물의 신축 또는 증축 시, 건축물 환경 배려의 전체적인 계획을 제시한 건축물 환경 계획서의 제출을 요구하는 제도를 말한다. 도쿄도가 이를 공표함으로써 환경을 배려한 수준 높은 건축물이 평가되는 시장의 형성과 새로운 환경기술의 개발을 촉진하는 것이 목적이다. 환경배려 항목은 '에너지 사용의 합리화', '자원의 적정이용', '자연환경 보전' 및 '열섬현상의 완화' 4개 부문이다. 또한 1만㎡ 이상의 신축 또는 증축 건축물에 대해서는 건축물 단열 성능과 설비 시스템의 에너지 절약 성능 확보를 의무화하고 있다. 또한 주택 이외의 건축물에 대해서 '에너지 절약 성능 평가서 제도'를 도입해 신축 건축물의 매매와 임대차 때에 매수인 또는 임차인에게 에너지 절약 성능 평가 교부를 의무화했다.

〈그림 12〉 도쿄도 아파트 환경성능 표시제도

공동주택의 경우 건축물 환경 계획서의 대상은 연면적 5,000㎡를 초과하며 2,000㎡ 이상의 주택을 포함한 건축물이며, 신축·증축에 있어 판매와 임대 광고에 아파트 환경성능을 제시한 라벨 표시를 의무화하는 '아파트 환경성능 표시제도'를 운영하고 있다. 평가 항목은 건물의 단열성, 설비의 에너지 절약 성능, 태양광·태양열 건물의 수명 등으로, 3단계 평가를 실시한다.

2) 스마트 에너지 구역 형성 추진 사업 및 중소 사업소를 위한 열전 에너지 관리 지원 사업'

도쿄도에서는 도시가스를 사용해서 전기와 열을 동시에 만드는 고효율 열병합 시스템의 도입을 추진하고 있다. 전기와 열을 여러 건물 간에 다방면으로 이용하는 활동 등에 대한 보조 사업을 실시하고 있다. 구체적으로는 '스마트 에너지 구역 형성 추진 사업'과 '중소 사업소를 위한 열전(熱電) 에너지 관리 지원 사업'이 있다. 스마트 에너지 구역 형성 추진 사업은 에너지 관리의 실시, 재생가능에너지 설비 등의 도입 및 이재민을 위한 임시 체류 시설 확보 등을 조건으로 열·전기를 건물 간에 융통하기 위한 열전 융통 인프라(열 도관, 전력선 등) 및 열병합 시스템에 대해 보조하는 것이다. 보조금 교부 기간은 2015년부터 2021년까지로 총 55억 엔이다.

일례로 아로마 스퀘어 빌딩의 지역 냉난방 사업을 들 수 있다. 이 사업은 오타구(大田区) 아로마 스퀘어 구역(19,895㎡)에 있는 사무실이나 공공시설의 에너지 관리를 실시하는 것이다. 지역 전체의 고도 방재화를 목표로 하는 에너지 공급 시스템을 구축하기 위해 도쿄가스와 오타구를 비롯한 민관 사업자들이 공동으로 고효율 및 BOS(Black out start) 기능[12]을 갖춘 가스 엔진 CGS(930㎾) 두 대를 도입하였다. 발전효율 및 폐열 이용률을 합한 종합 효율은 61.3%였다. 이후에도 가스·전기·열 믹스를 활용하여 에너지 절약과 CO_2 감축에 공헌할 계획이다.

12) 정전 시에 외부 전원 없이 엔진을 기동·공급하는 기능

중소 사업소를 위한 열전 에너지 관리 지원 사업은 열병합 시스템(연료전지 등)을 도입하고, 중소 규모 의료·복지 시설 및 목욕탕에 ESCO 사업을 활용한 전기 및 열에너지 관리를 실시하는 것 등의 조건으로 에너지 발전 기기(축전지 설비와 연결하는 태양광 발전 설비) 및 에너지 절약 기기(LED 조명기구, 공기 조화 설비)에 대해 보조하는 것이다. 보조금의 교부 기간은 2014년부터 2020년까지로 총액은 30억 엔이다.

3) 지역의 에너지 유효 이용에 관한 계획 제도

대규모 도시 개발의 경우 '지역의 에너지 유효 이용에 관한 계획 제도'를 2010년부터 실시하고 있다. 지역 내 1개 이상의 건물을 신축하는 사업 중에서도 신축 건물의 연면적 합계가 5만㎡가 넘는 사업을 대상으로 한다. 개발 계획을 수립하는 초기 단계에서부터 개발 사업자에게 에너지 효율성을 고려하도록 요구한다. 구체적으로는 신축 건축물의 에너지 절약 성능 목표치 설정, 에너지 절감 및 재생에너지 도입 검토, 지역기반의 냉난방 도입 검토가 포함된다.

3.2.3. 도쿄도청의 실천

도쿄도는 도청을 비롯한 도 소유 시설에 적극적인 기후변화 대책을 실시해왔으며 2016년 3월에는 '스마트 에너지 도청 행동 계획'을 수립했다. 계획을 통해 지사·부국 등의 온실가스 배출량을 2000년 대비 2019년까지 25% 감축하는 목표를 설정하고 에너지 소비량을 2000년 대비 25% 감축, 재생가능에너지(태양광 발전) 4,200㎾ 신규 도입을 목표로 세웠다. 이 달성을 위해 앞으로 조명·냉난방의 철저한 운용, LED화 및 고효율 에너지 절약 기기의 도입 추진, 재생가능에너지 도입 확대 등을 우선적인 활동으로 진행하고 있다. 도 소유 시설 정비에 있어서는 에너지 절약 및 재생가능에너지의 도입을 전면전으로 도모함으로써 도쿄도 보유 시설의 온실가스 감축을 더욱 강력히 추진해 나가기로 했다. 2016년 12월에는 '도민 퍼스트로 만드는 "새로운 도쿄" 2020년을 향한 실행계획'을 마련했다. 그 중 하나인 도쿄도 시설의 LED 조명 보급률을 2020년까지 약 100%로 하는 정책 목표를 위해 LED 조명을 적극적으로 도입하고 있다.

3.3. 수송

도쿄도는 수송부문 CO_2 배출량의 약 80%를 차지하는 자동차에 대해 저공해·저연비 차량 도입 촉진과 환경교통 시책을 중점적으로 실시하고 있다. 예를 들어 도쿄도 내에서 자동차를 200대 이상 사용하는 사업자에 대해 특정 저공해·저연비차를 일정 비율 이상 도입하는 것을 의무화하고 있다. 특정 저공해·저연비차란 연료전지 자동차나 전기 자동차 등 배출가스가 발생하지 않는 자동차 또는 배출가스 발생량이 상당히 적고 연비 성능이 높다고 인정받는 자동차로 도쿄도가 정한다. 또한 도쿄 신용보증협회가 보장하고, 관련 금융 기관이 특정 저공해·저연비차 구입에 대해 우대 금리 범위 내에서 융자하는 융자 알선 제도도 있다. 도쿄도는 이자의 1/2, 보증료의 2/3을 보조하고 있다.

1) 차세대 자동차에 대한 보조제도

도쿄도는 차세대 자동차 등을 대상으로 국가 보조금에 추가 보조금을 제공하는 제도를 운영하고 있다. 대상 자동차 및 금액, 대수는 다음과 같다.

〈표 5〉 차세대 자동차에 대한 보조제도 개요

대상	내용	대수
우수 하이브리드 버스	비용에서 국가 보조금을 제외한 1/2 (상한 250만 엔)	20대
우수 하이브리드 트럭	일반 차량과의 가격차에서 국가 보조금을 제외한 1/2 (상한 16.4만 엔)	150대
하이브리드 진개차	국가 보조금의 1/2 (상한 19.5만 엔)	20대
전기 자동차 및 플러그인 하이브리드 자동차	국가 보조금의 1/2 (상한 있음)	전기 자동차: 280대
		플러그인 하이브리드 자동차: 180대
차세대 택시	환경 성능이 높은 유니버설 디자인 택시: 국가 보조금을 제외한 금액(상한 60만 엔)	10,200대 (2016~20년의 5년간)
	전기 자동차 택시: 차량 본체 가격의 1/6(상한 100만 엔)	500대 (2016~20년의 5년간)
전동 오토바이	비용에서 국가 보조를 제외한 금액 (상한 18만 엔)	400대 (2018~22년의 5년간)
충전설비 등	전기 자동차 등의 충전시설: 국가 보조금을 합해서 10/10 (상한액: 설비 구입비는 기종마다 설정. 설치 공사비는 81만 엔)	100기 (2018~20년의 3년간)
	태양광발전 충전 시스템 및 축전지: 국가 보조금을 합해서 10/10 (상한 1,000만 엔)	5기 (2018~20년의 3년간)

2) 자동차 환경관리 계획서 제도

도내에 30대 이상의 자동차를 사용하는 특정 사업자(약 1,700개 사업자)에 대해 CO_2 삭감 대책 보고서 작성을 의무화하는 '자동차 환경관리 계획서 제도'가 실시되고 있다. 계획 기간인 2016년부터 2020년의 5년 동안, 해마다 실적 보고서를 제출하여야 한다. 보고할 내용은 자동차에서 배출하는 온실가스 및 배출가스 배출량 감축 목표 설정, 특정 저공해·저연비차 도입 추진, 에코드라이브 실천, 차량의 유효 활용과 물류 효율화, 자동차 사용의 합리화 노력 등이다.

〈그림 13〉 화물 수송 평가제도

3) 화물 수송 평가제도

화물차 운송 사업자의 CO_2 삭감 노력에 관해서 양적 평가를 실시하고 별 숫자로 공표하는 '화물 수송 평가제도'가 2012년부터 실시되고 있다. 평가는 운전자가 연료 공급을 할 때마다 기록하는 자동차의 주행 거리와 연료 공급량에서 산출하는 실제 주행 연비를 바탕으로 한다. 사업자를 5단계로(별 3개, 2.5개, 2개, 1.5개, 1개) 나누어 평가한다. 평가에는 다음 세 가지 조건의 충족 여부를 확인한다. ① 운전자 교육 훈련, 지도 체제 구축, ② 연비 데이터베이스 구축, ③ 운전자가 연료 보급 시 주행 거리와 급유량 기록 및 운행 관리자에 의한 실제 주행 연비 관리

4) 교통수요 관리

환경교통 시책으로 도쿄도는 교통수요 관리(TDM, Transportation Demand Management)를 추진하고 있다. TMD란 자동차의 효율적인 이용과 대중교통으로의 이용 전환 등 교통행동 변화를 촉진하고 교통량 발생의 억제와 집중의 평준화 등 '교통수요 조정'을 도모함으로써 도시 또는 지역 수준의 도로교통 혼잡을 완화하는 실천이다. 구체적으로는 '파크 & 라이드'를 들 수 있다. '파크 & 라이드'는 정체 완화 및 환경개선 추진을 위해 자동차를 역 주변 주차장에 주차하고, 자동차 이용대신 전철이나 버스 등 대중교통을 이용하여 교통량을 감축시키는 방안이다.

5) 자전거 쉐어링

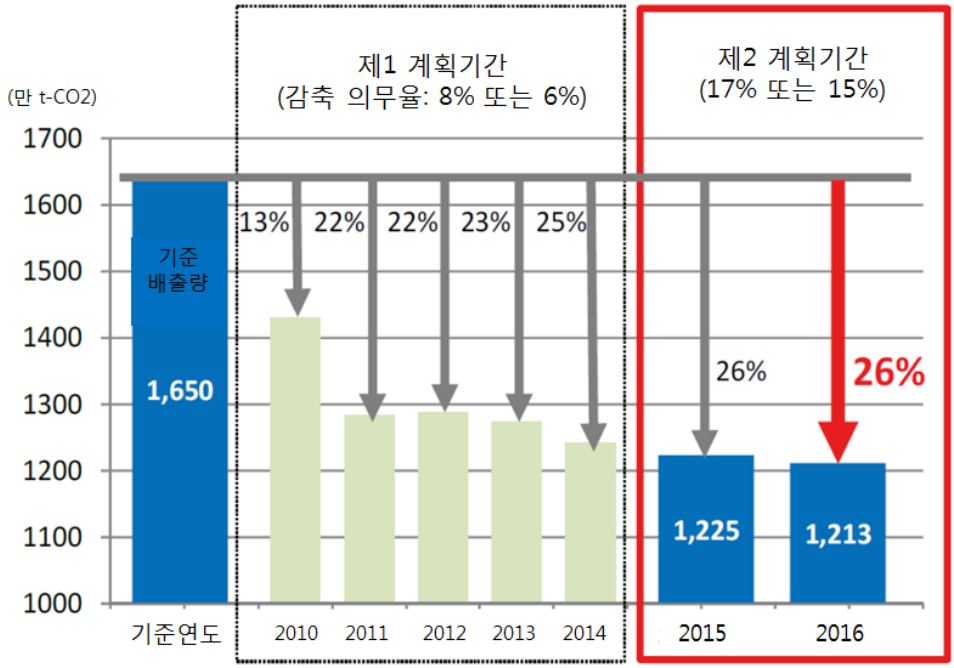
자전거 이용 촉진에 효과적인 제도인 '자전거 쉐어링'이 도심을 중심으로 확산되기 시작했다. 자전거 쉐어링이란 지역의 곳곳에 사이클 포트로 불리는 상호 이용 가능한 주륜장을 설치하여 이용자가 원하는 시간에 원하는 장소(사이클 포트)에서 자전거를 빌리거나 반납할 수 있는 자전거 공동 이용 서비스를 말한다. 2018년 4월 기준, 사이클 포트는 447개소, 자전거 대수는 5,515대가 등록되어 있다.

3.4. 산업부문

3.4.1. 대규모 사업장에 대한 대책

도쿄도는 대규모 사업장에 대한 CO_2 배출 억제 정책으로 배출권 거래제를 추진하고 있다. 이는 ① 원단위 아니라 총량 감소, ② 자발적 참여가 아닌 의무제도, ③ 명확한 배출량 산정 검증 규칙의 확립, ④ 규제 기법과 시장 메커니즘의 결합이라는 4가지 요건을 충족하는 세계 수준의 프로그램이다. 2010년도부터 2014년의 제1 계획 기간에서 LED 조명 도입을 비롯한 대책 실시로 CO_2 감축이 이뤄지고 1,300여 개의 대상 사업장(에너지 사용량이 원유 환산으로 연간 1,500kL 이상의 사업장) 중 약 90%가 스스로 대책을 강구함으로써 감축 의무 비율(8% 또는 6%) 이상을 절감했다. 2015년부터 제2 계획 기간이 진행 중이다. 이 기간의 감축 의무 비율은 지난 기간보다 강화된 17% 또는 15%이며, 2016년의 대상 사업장 배출량은 기준 배출량[13] 대비 26% 감소되었고 총 연면적이

50만㎡ 이상 증가되고 있는데도 감소 추세가 지속되고 있다. 또한 약 사업장의 80%가 이미 제2 계획 기간의 감축 의무 비율 이상 감축을 달성했다. 도쿄도는 제3 계획 기간에 해당하는 2020년 이후의 감축 의무 비율 등을 비롯한 상세한 제도 내용에 대해 2018년 3월에 '감축 의무 실시를 위한 전문적 사항 등 검토회'를 설치해서 검토를 시작했다.



〈그림 14〉 배출권 거래제 대상 사업장의 CO_2 감축 추이

3.4.2. 중소규모 사업장에 대한 대책

일본 전국의 10% 정도를 차지하는 약 66만 개의 중소규모 사업장(에너지 사용량을 원유로 환산해서 연간 1,500kL 미만의 사업장)은 도쿄의 상업·산업부문 CO_2 배출량의 약 60%를 차지하고 있다. 도쿄도는 에너지 절약 대책으로 2010년부터 모든 중소규모 사업장이 쉽게 CO_2 배출량을 파악하며 구체적인 기후변화 대책에 임할 수 있는 '지구온난화 대책 보고서 제도'를 실시해왔다. 매년 3만 권을 넘는 보고서가 제출된다. 2012년도에는 제출된 보고서 정보를 바탕으로 자기 평가 지표(저탄소 벤치마크)를 작성 및 공표했다. 이에 따라 사업장의 배출 수준을 스스로 파악·평가함으로써 대책 개선을 기대할 수 있다.

2017년에는 더 강화된 에너지 절약 추진을 위해 '에너지 최적화 프로젝트'를 실시했다. 이는 튜닝[14]과 다운사이징[15]을 함께 이용해 효과적으로 에너지를 절약하는 방법인 '설비의 최적화'를 확산시키는 프로젝트이다. 도쿄도 내 10개소의 사업장에서 그 효과를 검증했다. 그 결과와 장점을 실증

13) 사업장이 선택한 2002년부터 2007년 중 연속되는 3개년도 배출량의 평균값

14) 튜닝이란 사용 실태에 따라 설비를 적절히 운전함으로써 에너지 손실을 억제하는 것을 의미함. 예를 들어 환기량 조절, 조도 조정, 운전 계획 설정 등을 들 수 있음

15) 다운사이징이란 사용 실태에 따라 설비 개수 시에 적절한 용량으로 함으로써 정격 시의 성능 향상과 경부하 시의 효율 저하를 억제하는 것을 말함. 예를 들어 열원 기기, 펌프, 송풍기 등을 설비 용량이 작은 것으로 갱신하는 것이 있음

대책 사례와 함께 정리 한 책자 '설비의 최적화 권장하기'를 발행했다. 또한 사업자가 쉽게 실시할 수 있는 튜닝 대책을 발견하고 절감 효과를 산정할 수 있는 '튜닝 대책 간이 진단 툴'을 홈페이지에 게재하고 있다. 그밖에 도쿄도는 중소규모 사업장의 대책 거점으로서 '도쿄도 지구온난화 방지 활동 추진 센터'를 운영 중이다. 개별 사업장의 실태에 따른 '에너지 절약 진단'을 무료로 제공하며 기후 변화 대책의 기본적 및 실질적인 지식을 배울 수 있는 '에너지 절약 연수회' 등을 지원하고 있다.

3.4.3. 세입자 건물에 대한 대책

세입자 건물에 있어서는 세입자가 에너지 절약 성능이 높은 건물을 선택하도록 유도하고 건물의 가동률이 향상시키는 등 건물 소유자 수익의 안정 및 확대에 기여하는 구조가 필요하다. 따라서 도쿄도는 2014년 6월에 저탄소 벤치마크를 활용해 중소 세입자 건물의 에너지 절약 및 저탄소 수준의 가시화를 위해 건물 소유자가 세입자 및 세입 희망자에 대해 빌딩의 에너지 절약 수준을 보여줄 수 있는 '탄소 보고서' 양식 제공을 시작했다. 이를 통해 에너지 절약 성능을 제시할 수 있게 되었다.
2016년부터는 세입자 건물의 저탄소화를 더욱 강화하기 위해 건물 소유자와 세입자가 협동으로 에너지 절약 행동 및 개수에 임하는 녹색 임대 계약을 조건으로 개수 비용의 일부를 보조하는 '녹색 임대 계약 보급 촉진 사업'을 시작했다. 보조 기간은 2016년부터 2020년으로 총 21억 엔이다. 녹색 임대 계약을 확대하기 위해 실례 및 절차를 알기 쉽게 해설한 '녹색 임대 계약 실천 지침'도 공개하고 있다.

3.5. 열섬 현상 대책

도쿄에서는 도시화로 인한 열섬 현상이 진행되고 있으며 2020년 올림픽 개최 시 도민과 관광객을 위한 더위 대책이 중요한 과제의 하나이다. 이에 도쿄도는 에너지 절약과 녹화 사업 추진 등 기존의 열섬 현상 대책뿐만 아니라 사람이 느끼는 더위를 완화하는 대책으로 혹서 대응 설비 설치에 대해 보조금을 지급하는 '쿨 스팟 창출 지원 사업'을 2015년부터 시작했다. 지원 대상자는 도내 기초지자체 및 사업자(법인·개인)이다. 2019년 지원 사업 내용은 다음과 같다.

〈표 6〉 쿨 스팟 창출 지원 사업

정비 장소	지원 대상 설비	지원 비율	예산액
사람이 자유롭게 출입 가능한 장소이며 대중교통 시설임	처양, 안개분사 기기, 차열성·보수성 포장 및 이와 함께 정비하는 녹화 시설	비용의 전액 (상한 1,000만 엔)	4,500만 엔
사람이 자유롭게 출입 가능한 장소 또는 대중교통 시설(상기 이외)		비용의 1/2 (상한 5,00만 엔)	4,500만 엔

4. 목표 달성 현황

도쿄도는 환경기본계획에서 크게 3가지 목표, 즉 2030년까지 2000년 대비 온실효과 가스 30% 감축, 최종에너지 소비량 38% 감축, 도쿄도 내의 전력 사용 중 재생가능에너지 비율 30% 향상을 내걸었다. 세부 목표로는 태양광, 차세대 자동차, 연료전지 등의 도입 목표량을 정했다. 온실가스 및 최종에너지 소비량 모두 가정부문에서 아직 증가 추세임으로 더욱 강력한 대책이 필요해 보인다. 재생가능에너지 중 태양광 발전은 비교적 안정적으로 늘어나고 있는 반면, 연료전지와 수소에너지 이용은 아직 목표와 거리가 멀다. 경제적 부담, 기술 장벽, 대중들의 인식 개선 등이 과제로 추측된다. 자세한 목표치와 현제 진행 상황은 다음과 같다.

〈표 7〉 도쿄도의 에너지 정책 관련 목표 및 진행 상황

목표				실천 상황	
내용		연도	수치	시점	수치
온실효과가스	배출량	2030년	30% 감축 (2000년 대비)	2017년	4.2% 증가(속보치)
	산업·상업부문		20% 감축	2017년	9.3% 증가(속보치)
	가정부문		20% 감축	2017년	33% 증가(속보치)
	수송부문		60% 감축	2017년	44% 감축(속보치)
최종 에너지	소비량	2030년	38% 감축 (2000년 대비)	2017년	23% 감축(속보치)
	산업·상업부문		30% 감축	2017년	18% 감축(속보치)
	가정부문		30% 감축	2017년	5.2% 증가(속보치)
	수송부문		60% 감축	2017년	49% 감축(속보치)
차세대 및 하이브리드 자동차 보급 비율		2030년	승용차: 80% 이상	2016년	승용차: 16.0%
			화물차: 10% 이상		화물차: 0.5%
상업용 열병합 도입량		2024년	60만 kW	2017년	38.1만 kW
		2030년	70만 kW		
재생 가능 에너지의 전력 사용 비율		2024년	20% 정도	2016년	12.1%
		2030년	30% 정도		
태양광 발전 설비 도입량		2024년	100만 kW	2016년	502.028kW
		2030년	130만 kW		
도쿄도 소유 시설의 태양광 발전 도입량		2020년	2만 2,000kW	2016년	2만 1,000kW
연료전지 자동차 보급 대수		2020년	6,000대	2016년	340대
		2025년	10만 대		
		2030년	20만 대		
연료전지 버스 보급 대수		2020년	100대 이상	2017년	5대
수소충전소 개수		2020년	35개서	2017년	14개소
		2025년	80개소		
		2030년	150개소		
가정용 연료전지 보급 대수		2020년	15만 대	2017년	45,859대
		2030년	100만 대		

참고문헌

〈보고서〉

- 도쿄도 환경국(2016). 東京都環境基本計画2016.
- 도쿄도 환경국(2018). 東京都環境白書2018.
- 도쿄도 환경국(2019), 도쿄도 최종에너지 소비량 및 온실가스 배출량(2017년 속보치)

〈웹페이지〉

- 도쿄도 환경국 홈페이지, http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/
- 도시 에너지정책 추진
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/tochi_energy_suishin
- 재생가능에너지의 이용 확대
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/renewable_energy/index.html
- 건물 신축 및 대규모 개발 대책
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/green_building/index.html
- 열섬대책
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/heat_island/index.html
- 2020년 도쿄올림픽을 위한 더위 대책 회의 및 사업
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/heat_island/atsusa_taisaku_suishinkaigi.html
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/heat_island/2020/index.html
- 2019 쿨스팟 창출사업
  http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/heat_island/cool_spot.html

BEIJING, CHINA

“13차 5개년 계획” 시기
신에너지와 재생가능에너지 발전계획

베이징시 발전과 개혁위원회, 2016년 8월

北京市“十三五”时期新能源
和可再生能源发展规划

北京市发展和改革委员会
二〇一六年八月

http://www.beijing.gov.cn/zfxxgk/110002/zzqgh33/2016-10/21/content_742180.shtml

● 베이징시 요약 ●

비전 및 목표

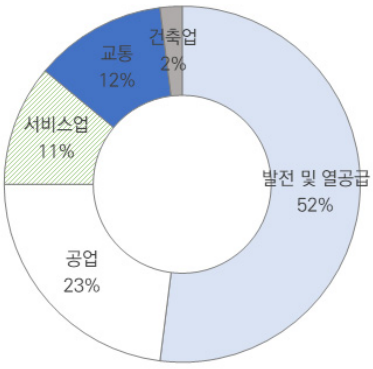
- 2020년까지 신재생에너지 발전량 620만TCE 달성
  (2015년 대비 발전량 35% 증가 및 최종 에너지소비의 8%)
- 도시 신축 구역 및 건물 설계시 신재생에너지 사용 촉진
- 석탄 등 탄소기반 일차에너지 소비 감축

현황

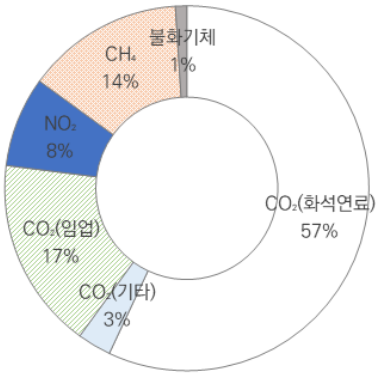
- 2016년 에너지 소비량 7,000만TCE
- 2016년 온실가스 배출은 CO_2(화석연료) 57%, CO_2(폐기물) 17%, CH_4 14%, NO_2 8%로 구성됨
- 2016년 부문별 온실가스 배출은 발전 및 난방 52%, 공업 23%, 교통 12%, 서비스업 11%, 건축업 2%로 구성됨

주요 사업

- 하이뗀(海淀), 순의(顺义), 이장(亦庄) 지역 태양광발전 시범지구
- 도시 에너지 시스템에 신재생에너지 설비 융합 추진
- 신재생에너지 적용 시범지구 조성
  1) 제로 탄소 배출 시범지구, 국가지정 재생에너지 시범지구
  2) 연경(延庆) 녹색 저탄소 동계올림픽 건설 촉구



부문별 온실가스 배출 비중



온실가스 배출 성분 비중

BEIJING, CHINA

‘13차 5개년’ 계획
신에너지와 재생가능에너지 발전계획

베이징시 발전과 개혁위원회, 2016년 9월

목 차

1. 개요

2. 현황

2.1. 에너지 소비 현황

2.2. 온실가스 배출 현황

2.3. 신재생에너지 발전 현황

3. 개발 원칙과 주요 목표

4. 주요 사업

4.1. 에너지 공급

4.2. 신에너지, 도시 에너지 시스템의 융합

4.3. 신에너지 프리미엄 적용 시범지구 조성

4.4. 신에너지 시범마을 건설

5. 맺는 말

1. 개요

‘13차 5개년’ 시기는 소강사회(小康社會, 중산층 사회)의 본격적인 건설이 마무리되는 시기로 경진기(베이징과 천진, 하북) 지역의 동반성장을 추진하고 국제일류 수도권 건설에 박차를 가하는 중요한 시기다. 베이징시는 ‘13차 5개년’ 계획은 에너지가 경제사회 발전의 중요한 물질적 기반이자 동력임을 강조했다. 즉, 에너지는 베이징 수도의 핵심기능을 향상시키고 시민의 생활수준을 향상시키기 위한 필수요건이다. 이에 안전하고 효율 높은 녹색 저탄소 현대 에너지 시스템을 도시 및 농촌 전체에 건설하고자 한다.

본 계획은 '베이징시 국민경제와 사회발전 제13차 5개년 계획요강'에 의거한 시급 중점관리 전문계획으로써, 2016에서 2020년 기간 동안의 에너지 발전 지도 사상, 발전 목표, 주요 프로젝트, 주요 정책 등을 제시하고 있다. 본 계획에서 신에너지와 재생가능에너지의 범위는 태양에너지, 지열에너지, 바이오매스, 풍력, (소)수력발전 등이며 주요 내용은 신에너지와 재생가능에너지 개발 사업과 신에너지자동차 사업이다.

2. 현황

2.1. 에너지 소비 현황

‘13차 5개년’ 계획이 시작되는 2016년 베이징시의 에너지 소비량은 70백만TCE[16](ton of standard coal equivalent)에 달한다. 2016년의 에너지 소비 총량에서 석유 소비는 20%, 전력 소비는 12%~14% 사이, 천연가스는 13%로 추정된다. 석탄 소비는 근 5년간 꾸준히 감소하는 동시에 전력, 석유, 천연가스의 소비는 증가하고 있다.

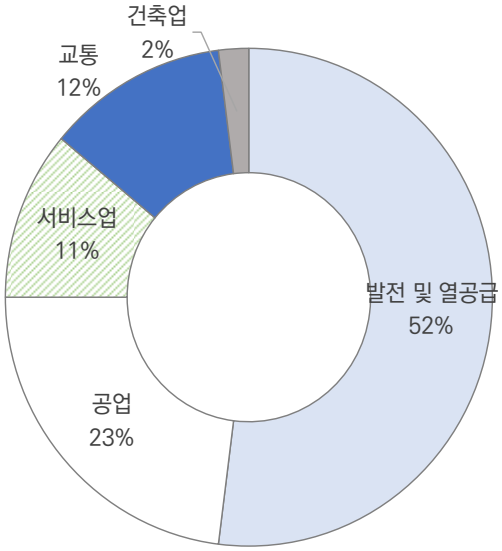
2.2. 온실가스 배출 현황

베이징시의 온실가스는 주로 공업 생산, 도시 폐기물 처리, 난방 등으로부터 배출된다. 전체 배출량에 발전, 난방, 교통·운송, 공업·제조 등이 주요한 비중을 차지하며 2016년 베이징시의 CO_2 배출량은 170백만톤이다.

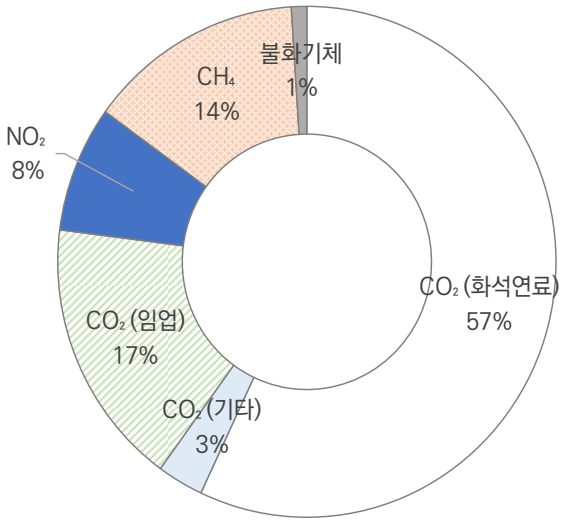
2016년 기준 베이징시 부문별 온실가스 배출은 발전 및 발전 및 열공급 52%, 공업 23%, 교통 12%, 서비스업 11%, 건축업 2%로 구성된다. 온실가스 배출 성분의 경우 화석연료의 사용에서 발생

16) TCE는 표준 석탄 환산톤으로 중국에서는 1kg 표준석탄의 표준열량을 7000kcal로 규정하고 있음. 중국의 1톤 석탄 열량은 7×10^6 kcal에 해당됨

된 CO_2 57%, 임업과 도시폐기물 처리에서 발생하는 CO_2 17%, CH_4 14%, NO_2 8%로 구성된다.



〈그림 15〉 베이징시 부문별 온실가스 배출 비중



〈그림 16〉 베이징시 온실가스 배출 성분 비중

2.3. 신재생에너지 발전 현황

‘11차 5개년’ 시기에는 베이징시의 신에너지와 재생에너지 발전이 주로 국가 지정 시범 사업에 의존하는 단계에 있었다. ‘11차 5개년’ 시기 신에너지와 재생가능에너지 발전량은 900천TCE에서 2,233천TCE로 증가하였으며, ‘12차 5개년’ 시기 말에는 4,500천TCE로 증가 하였다. 이 시기의 신재생에너지 발전량 연간 증가율은 15%에 해당하며 전체 에너지 소비에서 신재생에너지가 차지하는 비중은 2005년 1.5%에서 ‘11차 5개년’ 시기 말 3.3%로 ‘12차 5개년’ 시기 말에는 6.6%로 증가하였다.

〈표 8〉 2005-2015연간 베이징시의 신에너지와 재생에너지 발전량 상황

연도	TCE	전체에서 차지하는 비중
2005	900천 TCE=63,000억 kcal	1.5%
2010	2,233천 TCE=156,000억 kcal	3.3%
2015	4,500천 TCE=315,000억 kcal	6.6%

‘12차 5개년’ 시기인 2011년부터 2015년 사이 베이징시의 신재생에너지 발전은 아래 내용과 같이 집단화 및 확대되었다.

1) 태양광 에너지 생산

베이징시의 태양광 발전설비용량을 2010년 2.3㎿에서 2015년 165㎿까지 확대하는 목표를 세웠다. 이후 금태양 시범공사로 국가가 지정한 태양광 발전구인 하이땐(海淀)구와 순의(顺义)구에 중국 내 첫 메가와트급 전력을 생산할 수 있는 발전소가 건설되었다. 또한 민간 주거 건물에서의 태양광발전 설비를 보급하도록 지원하고 있다.

2) 지열과 여열 이용률 증가

지열 및 히트펌프의 보급이 이전의 소형 단위에서 구역복합형 프로젝트 방식으로 점차 발전하였다. 연경 3리(延庆三里) 하천 심층지열 사업과 미래과학기술성 연기 여열 시범사업을 조성하였다. 2015년까지 베이징시 지열 및 히트펌프 사용면적은 5천만m^2에 달하였으며 이는 2010년 당시 사용 면적의 두 배에 해당한다.

3) 바이오매스와 풍력 에너지 생산 규모 안정적으로 향상

바이오매스 에너지는 이전의 개인별 분산형 발전에서 집단화 발전 방식으로 전환되었다. 풍력 에너지 개발 이용 규모도 확대되어 루자산(鲁家山) 쓰레기 발전소와 관청(官厅) 풍력 발전소 등에 발전 시설이 건설되었다. 2015년 기준 베이징시 바이오매스 발전설비 용량은 10만㎾, 풍력 에너지 발전 설비 용량은 각각 20만㎾로 측정되었다.

3. 개발 원칙과 주요 목표

‘12차 5개년’ 시기 베이징시의 신에너지와 재생에너지 발전 사업은 긍정적 효과를 거두었지만 생산 안전성 및 효율성에는 아직 미흡한 점들이 있었다. 그 원인은 신에너지 소비 비중이 낮고, 타에너지 시스템과의 융합이 어렵기 때문이다. 중점 지역의 자원개발 역량 강화와 정책법규의 개진도 필요한 상황이었다. 이에 ‘13차 5개년’ 시기에는 에너지 개발에 있어서는 다음 네 가지 원칙을 준수한다.

- 시장 주도 원칙
- 혁신적인 추진 원칙
- 지역협력 원칙
- 광범위한 참여 원칙

〈표 9〉 '13차 5개년'시기의 베이징시 신에너지와 재생에너지 발전 목표

유형	지표명칭	단위	2015년	2020년	증가속도
1차에너지	석탄소비총량	만 톤	450	620	6.6%
전력	재생 에너지 전력 설비 전기용량	만 kWh	47.0	200	33.6%
	태양광 태양광발전기 전기용량	만 kWh	16.5	116	47.7%
	바이오매스 발전 설비 전기용량	만 kWh	10.0	35	28.5%
난방 공급	풍력발전기 전기용량	만 kWh	20.0	65	26.6%
	외부전력	억 kWh	45.0	100	17.3%
시험 프로그램	태양광판 면적	만 m^2	800	900	2.4%
	지열 및 히트펌프시스템면적	만 m^2	5,000	7,000	7.0%
	국가급 기술 개발 프로그램	개	25	30	3.9%
	신에너지 전력공급 시범 프로그램	개	-	3	-

신축구역 및 건물은 신에너지나 재생에너지를 우선적으로 사용하고, 신축구역의 자원에 대한 충분한 개발을 촉구하여 2020년까지 베이징시의 신에너지와 재생에너지 발전량을 6,200천TCE 규모에 도달하는 것이 목표다. 이 목표치는 2015년 발전량에 비해 35% 상승된 수치이다.

'13차 5개년' 시기에 신에너지와 재생에너지 발전을 가속화하는 것은 베이징시의 에너지전환 추진에 매우 중요하다. 주요 사업들을 통해 석탄 등의 일차에너지 소비를 줄이고, 신에너지와 재생에너지 시장 환경을 최적화시키고, 중점공정을 실시하여, 현지 자원 개발을 가속화하고자 한다.

4. 주요 사업

4.1. 에너지 공급

4.1.1. 태양 에너지 전면 보급화

분산형 태양광 발전시설 및 태양열 온수 시스템의 보급을 위해 '태양광 200(阳光双百)' 사업을 추진한다. '13차 5개년' 시기에, 베이징시의 태양광 발전설비의 발전규모는 100만 kW, 태양광 발전판 설비면적은 100만 m^2이 추가 될 예정이다.

5대 태양광(阳光) 공정

1) 태양광(阳光) 캠퍼스: 초, 중, 고등학교, 전문대학에서 신에너지와 재생에너지 관련 지식 및 저탄소 이념을 가르치고, 캠퍼스 건물에 태양광 발전설비를 확대하여 2020년에는 발전량이 85㎿에 도달을 목표로 한다.

2) 태양광 비즈니스: 대형 쇼핑몰, 쇼핑몰, 슈퍼마켓, 오피스텔 등 건물에서 녹색 저탄소 소비방식을 선도하고 태양광 발전시설을 구축할 것이다. 2020년까지 상업시설의 태양광 설비의 규모가 150㎿에 도달할 것으로 예상된다.

3) 태양광 공업: 녹색 저탄소 생산 이념을 바탕으로 이장(亦庄), 순의 등 산업단지에 분산형 태양광 발전시스템 건설을 추진할 계획이다. 2020년에는 태양광공업 태양광발전기 발전량은 250㎿에 도달할 것으로 예상된다.

4) 태양광 농업: 생태 농업의 발전을 촉진하고, 농업 시설과 태양광 시설을 결합하여 베이징시의 평지 농경지역에 태양광발전소를 건설할 계획이다.

〈표 10〉 '13차 5개년'시기 태양광 발전 중점 구역과 중점 프로젝트

번호	시범지구역 프로젝트	규모(㎿)
1	하이땐, 순의, 이장 태양광발전응용 시범지구	400
2	북경 퉁저우 행정 부도심 태양광발전응용 시범지구	60
3	대흥(大兴)、화유(怀柔)、창평(昌平)등 농업관광 시범지구	200
4	북경자동차(北汽)、수도강철(首钢)등 공장 시범지구	100

4.1.2. 지열과 히트펌프 이용 시스템화

재건축 지역 및 신축 건물에서 신에너지의 사용 추진을 위해 1,000만 m^2 면적의 히트펌프를 설치하고 있다. 특히 신설 위성도시의 인프라를 구축 시에는 지열 및 히트펌프 시스템을 사용을 우선으로 한다. '13차 5개년' 시기 신규 지열 및 히트펌프 신설 면적은 2,000만 m^2, 총 면적은 7,000 m^2에 도달할 것으로 예상된다.

〈표 11〉 '13.5' 시기의 지열 및 히트펌프 중점 추진 구역

번호	중점프로젝트	면적(만m²)
1	퉁저우 도시 부중심 행정사무단지서 지열 및 히트펌프 이용	200
2	연경세원회(延庆世园会) 지열 및 히트펌프 이용	50
3	남원 신공항 근림 경제구역 지열 및 히트펌프 이용기지	200
4	퉁저우 문화관광단지의 지원 히트펌프 이용기지	20
5	생명과학원 지열, 히트펌프 이용기지	15
6	대흥 식물양육원(大兴采育镇)	100
7	퉁저우 서집지의 열 이용기지	50
8	고안둔(高安屯) 가스열전소의 굴뚝배기히트펌프 이용기지	150
9	상장(上庄)열전소의 굴뚝배기히트펌프 이용기지	100
10	퉁저우 운하구 가스온열발전소의 여열 히트펌프 이용기지	150

동댐(东坝), 금잔(金盏), 정복장(定福庄), 대두(垡头) 등 열병합발전소 주변지역은 우선적으로 여열 히트펌프를 난방에 이용한다. 북경시는 소형 보일러의 여히트펌프 개조를 지원하며 열공급 에너지 효율성을 높이는데 초점을 두고 있다. 호수 지역 근처의 기관들(왕징, 중관촌 과학기술원, 여택(丽泽)과 환발해(环渤海) 본사 기지 등)에는 수열에너지를 생산하는 히트펌프를 대대적으로 설치하고 있다. '13차 5개년' 시기의 여히트펌프 신설 면적은 700만 m²에 이른다.

4.1.3. 수력발전의 효능 향상

수력자원을 합리적으로 활용하고, 베이징시의 수력 시설 건설 및 개조를 통해 기존 수력발전시설의 발전능력을 향상시킬 것이다. 명황 13릉(十三陵) 저수지 발전소의 효율을 향상시켜 도시전력 부족을 완화시키고자 한다.

4.2. 신에너지, 도시 에너지 시스템의 융합

4.2.1. 신에너지와 기존 전력망의 통합

베이징시의 전력피크에 대비하여 재생에너지와 신에너지 생산 전력망과 기존 전력망 간의 정보를 교환할 수 있도록 전력망을 통합을 가속화할 계획이다. 보조 서비스에 피크, 주파수 등 전원 정보가

호환·교류 되도록 하여 신에너지와 재생에너지 발전에 적합한 도시 전력망 시스템을 구축할 것이다.

4.2.2. 히트펌프와 도시 열 공급망 협동발전 유도

시민들의 지열 및 히트펌프 에너지 사용 장려를 위해 적절한 보상수단을 활용한다. 히트펌프는 기존 도시 열 공급망과 구역 보일러와 상호 보완 관계로 협동 발전하게 될 것이다. 신에너지와 재생에너지 열 공급 규모를 확대하고, 열 공급의 에너지 유형을 다양화할 것이다.

4.2.3. 신에너지 자동차의 보급과 신재생에너지 저장설비 촉구

신에너지와 재생에너지의 전력 정보망을 구축하고, 충전소와 송전시설 건설을 촉구하며, 신에너지 자동차 스마트 가이드 모델을 발전시켜 신에너지 자동차 그린 스마트 충전시설을 구축할 것이다.

4.3. 신에너지 프리미엄 적용 시범지구 조성

베이징시가 선정한 신에너지와 재생가능에너지 시범지구는 퉁저우시 행정부 지역과 동계올림픽주최 지역에 가까운 연경구와 세계원림박람회 단지 등으로 구성되어 있다. 해당 지구는 근래에 주최될 올림픽 행사 또는 기타 다른 계획들과 연관된 계기로 글로벌 수준의 신에너지와 재생에너지 시범지구로 선정되었으며 스마트 에너지 기술들이 종합적으로 활용될 예정이다.

4.3.1. 시범지구 선정 과정

‘13차 5개년’ 계획에서 선정한 신에너지 시범지구는 서부대개발[17](西部大开发)전략과 긴밀히 연결되어 있다. 내몽골성에 위치한 우란차부(乌兰察布)시와 하북성의 장자커우(张家口)시를 연결 노선으로 우란차부에서 장자커우를 거쳐 베이징시까지를 서북녹전수송통로(西北绿电输送通道)로 발전시킬 것을 구획하고 있다. 따라서 장자커우와 베이징시 사이에 위치하는 연경구 지역은 자연적으로 중요한 시범지구로 선정되었다.

연경 녹색에너지 시범지구의 설립과정에서 정부와 기업은 합작투자의 방식으로 기지를 건설하고 신에너지 재생에너지 발전 회사에 투자 장려금을 제공하였다.

4.3.2. 시범지구 및 재생에너지 사용자에 대한 인센티브

연경 녹색에너지 시범지구 조성과 동시에 구식 석탄난방시설을 전력난방으로 대체하는 사업을 진행한다. 석탄난방을 전기난방으로 대체하여 대기오염을 감소시키는 동시에 전기난방으로 전환하는 기존의 석탄난방 이용자에게 인센티브 및 보조금을 지원한다. 주요 인센티브는 겨울기간(11월1일~이듬

17) 2000년 1월, 중국국무원(国务院)은 서부지역개발 전문연구팀을 구성하여 내몽골 자치구(内蒙古自治区), 닝샤 후이족 자치구(宁夏回族自治区), 신장 위구르 자치구(新疆维吾尔自治区), 서장 자치구(西藏自治区)를 주요 협력발전 지원으로 선정함

해 3월31일)에 매일 저녁 8시부터 이튿날 아침 8시까지 1㎾h당 0.3원의 가격으로 전기를 사용할 수 있다는 것이다. 2019년 연경 녹색에너지 시범지구를 조성 시 총 투자금은 22억 위안(한화 3,740억)이고 그중 난방 인센티브에 사용한 자금은 1.1억 위안(한화 187억)이었다.

4.3.3. 시범지구 건설 세부 계획

연경 녹색 저탄소 동계올림픽 건설 촉구

연경 그린에너지 시범지구에 풍력 및 태양광발전 등 녹색 전력 설비규모를 확대하고 장자커우-베이징 재생에너지 열공급 시범사업을 이행하여 팔달령(八达岭) 경제기술개발구 신에너지설치 시범사업을 가속화한다.
2020년에는 신에너지와 재생에너지를 핵심으로 하는 청정에너지 공급체계를 구축하여 신에너지와 재생에너지 이용 비중을 40%로 끌어올리기로 했다.

국가급 재생에너지 시범지구 건설 강화

창평 재생에너지 시범도시 건설 추진에 박차를 가하여 미래형 과학기술타운, 과학기술비즈니스존, 대학타운 등 신재생에너지 복합구역을 중점적으로 건설한다. 순의, 하이땐구, 이장 등의 지역에 국가 태양광 발전 시범지구 건설을 추진하여 공업기지 및 공공건물의 에너지 소비를 충당하고자 한다. 2020년까지 신에너지와 재생에너지 이용 비중이 15%를 넘고, 분산형 태양광발전 적용 시범지구의 발전량은 40만㎾ 이상을 목표로 한다.

4.4. 신에너지 시범마을 건설

신에너지 시범마을을 조성하여 히트펌프, 태양광 발전 등 신에너지와 재생에너지 기술의 사용률을 높이고자 한다. 정책적 유도, 집중적 시범, 전반적 추진의 원칙에 따라 1차에너지를 주로 사용하는 근교마을에 태양광발전과 지열, 히트펌프 등 신에너지 기술을 보급하고, 종합적인 에너지교육 및 지도를 실시할 예정이다. 특히나 농촌 주택과 농업시설에 분산형 태양광발전 시스템을 보급하여 2020년에는 '열 공급 에너지전환 및 태양광 발전'을 시행하는 신에너지 시범마을 50곳을 조성할 계획이다.
신에너지 시범마을에는 2020년까지 신에너지와 재생에너지 기술을 50% 이상 확대 적용할 계획이다. '집중과 분호'가 결합된 방식으로 히트펌프 시스템을 보급하여 석탄 보일러 같은 구식 난방을 대체해나갈 것이다.

5. 맺는 말

베이징시는 중국의 에너지전환을 선도하는 도시로 신에너지와 재생가능에너지 발전사업의 리더 역할을 강화해나갈 계획이다. 지역 관계자와 민간 간의 신에너지발전의 협력 연동 메커니즘을 구축하고, 사업 감독 역량을 강화하여 신에너지와 재생가능에너지의 발전을 가속화할 것이다.

베이징시는 국가가 지원하는 신에너지 발전사업 관련 세금 및 보조금 방면에서 각종 정책을 구체화하고 있다. 국가 신에너지 산업발전 기금을 설립하여 정부 자금을 통해 투자 또는 보조금의 방식으로 신에너지 시범 프로젝트, 산업 기지 건설, 주요 연구개발, 기술개조 프로젝트에 대한 자금 지원을 늘린다. 중소기업에도 융자 통로를 확장시켜 자금 출자 방식을 탐구하고 있다.

텔레비전, 라디오, 인터넷, 신문을 활용하여 신에너지 계획 및 관련 지식을 홍보하고 학교와 지역사회, 가정에 신에너지와 관련된 지식을 전달하고자 한다. 특히 청소년의 신에너지 이용 인식을 높이며, 녹색 소비 이념을 선도하여 사회 전체가 신에너지를 중시하는 분위기 조성해나갈 것이다.

참고문헌

〈보고서〉

- 베이징시 북경개발개혁위원회(北京市发展和改革委员会)(2016). 北京市“十三五”时期新能源和可再生能源发展规划

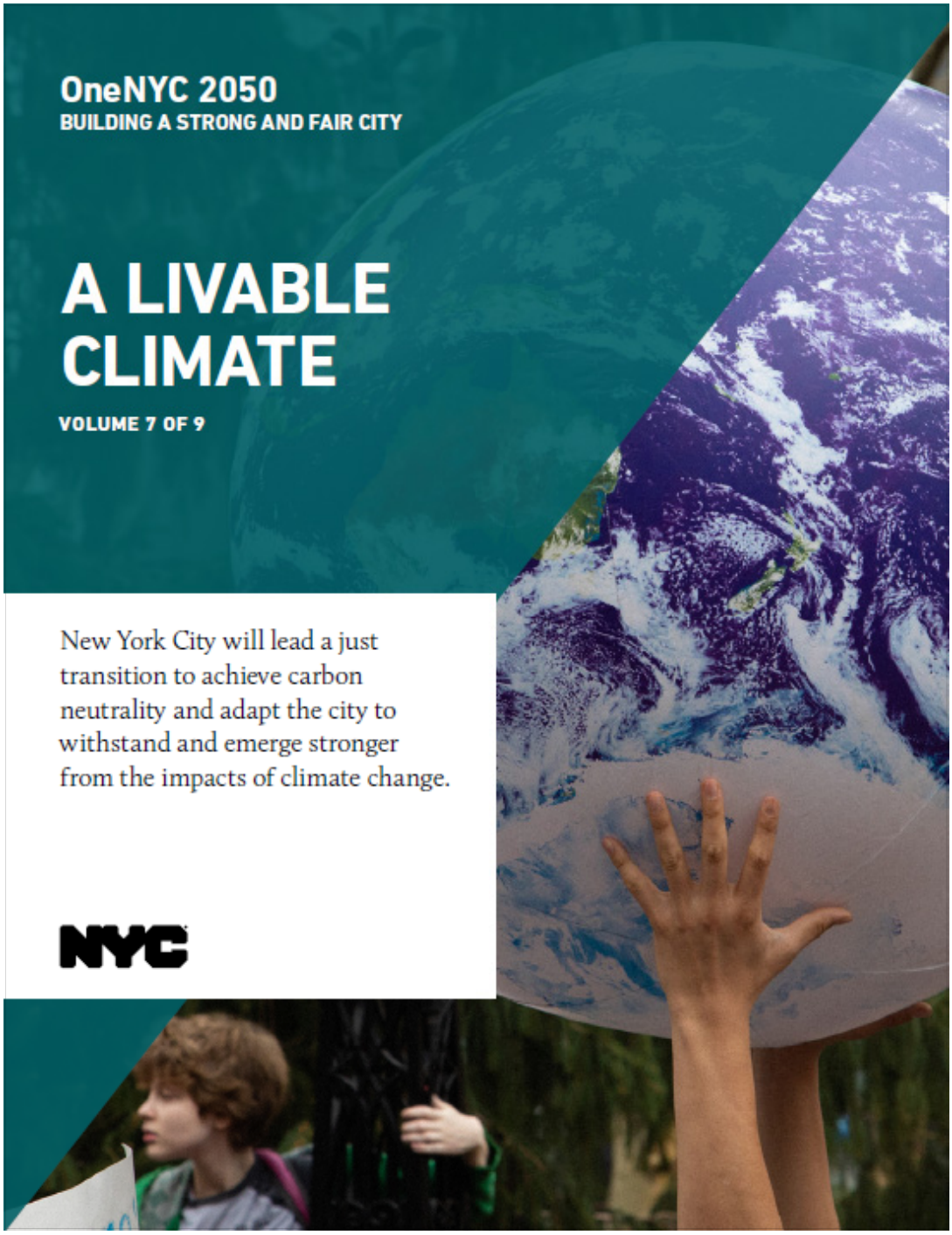
〈웹페이지〉

- 베이징시 발전과 개혁위원회 홈페이지, http://www.bjpc.gov.cn/english/
- Beijing Chuangjin Century Technology 홈페이지, http://www.nes.com.cn

NEW YORK, UNITED STATES

OneNYC 2050 & Climate Mobilization Act

그린뉴딜 도시계획과 기후동원법



https://onenyc.cityofnewyork.us/

● 뉴욕시 요약 ●

비전

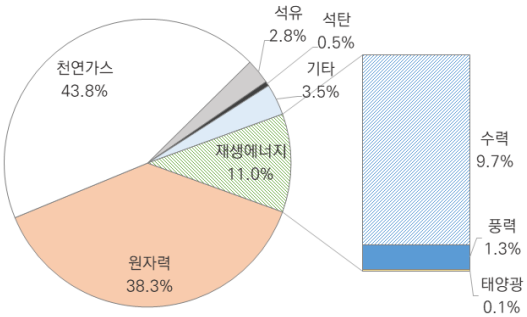
- 그린뉴딜: 정의로운 전환을 통한 탄소중립도시 실현
- 100% 청정전기사용 및 전력망 인프라 확대
- 수송·냉난방 전력화 및 에너지저장설비 확보
- 건물부문에서의 에너지 절감 및 효율화 규제

관련 지표

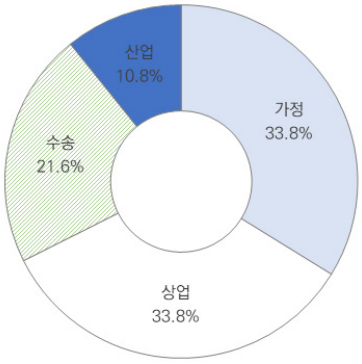
- 2030년까지 2005년 대비 온실가스 배출량 40% 이상 감축 및 2050년까지 탄소중립도시 달성
- 2040년까지 재생에너지 전력 100% 달성

현황

- 2017년 에너지 소비는 가정부문 33.8%, 상업부문 33.8%, 산업부문 10.8%, 수송부문 21.6%로 구성됨
- 2017년 전력믹스는 천연가스 43.8%, 원자력 38.3%, 석탄 2.8%, 석유 0.5%, 재생에너지 11.0%, 기타 3.5%로 구성됨



전력 에너지원별 발전 비중



부문별 최종에너지소비량 비중

NEW YORK, UNITED STATES

OneNYC 2050 & Climate Mobilization Act

그린뉴딜 도시계획과 기후동원법

목 차

1. 뉴욕시의 에너지계획

2. 현황 및 목표

    2.1. 현황

    2.2. 비전 및 목표

3. 주요 사업

    3.1. 에너지 공급

    3.2. 건물부문

    3.3. 수송부문

4. 맺는 말

1. 뉴욕시의 에너지계획

2019년 4월 22일, 뉴욕 시장 빌 드 블라시오는 뉴욕시의 그린뉴딜을 선언하며 이의 청사진으로 도시계획 ONENYC 2050을 발표하였다. 동시에 강력한 온실가스 감축 수단인 기후변화동원법(Climate Mobilization Act)을 통과시켰다.

ONENYC 2050 계획은 2007년부터 4년 간격으로 발매되는 지속가능계획으로 8개의 목표와 각 목표를 달성하기 위한 30개의 이니셔티브로 구성되어 있다. 8개 목표 중 포괄적 경제(Inclusive Economy), 살기 좋은 기후(Livable Climate), 효율적인 교통(Efficient Mobility), 현대적인 인프라(Modern Infrastructure)에서 에너지 관련 내용을 찾아볼 수 있으며, 그중에서도 앞의 세 목표는 SDGs의 7번 목표인 "모두를 위한 저렴하고 신뢰성 있으며 지속가능하고 현대적인 에너지에 대한 접근 보장"을 포함한다. 살기 좋은 기후는 에너지계획의 가장 많은 내용을 포함하고 있는데 화석연료에 의존하는 현 사회체계로부터 정의로운 에너지전환을 이루고 기후변화에 적응하는 것이 그 목표이다.

이에 ONENYC 2050와 구체적인 실행계획인 '1.5°C: 뉴욕시 파리 기후협약 준수 계획' 보고서를 중심으로 뉴욕의 현재 온실가스 감축 목표치와 달성률부터 청정에너지 생산전략 및 관련 세부 목표까지 정리하였다. 더 나아가 기후변화동원법이 어떻게 건물 내 에너지 및 온실가스 감축을 이끌어 냈는지 살펴보았다.

뉴욕시는 장기적 관점의 지역에너지계획을 수립 중이다.[18] 환경보호국(Department of Environmental Protection)을 중심으로 타부서들과 협력하여 2019년 12월 31일까지 계획을 발표할 것이다. 더 나아가 지역에너지계획에 포함될 내용이 2019년 통과된 기후동원법[19]에 의해 일부 추가되었다. 재생에너지와 에너지 저장장치 기반의 전원시스템을 구현하는 것을 전제로 배터리 저장장치의 잠재적 기술 검토와 뉴욕시 내 존재하는 21개의 가스화력발전소 폐쇄에 대한 타당성 조사(feasibility study)가 그것이다. 그 결과에 따라 재생에너지로 화력발전이 교체되는 시기도 제시될 것이다. 추가된 내용은 1차 계획 발표 2년 뒤인 2021년 12월 31일에 온라인으로 공개된다. 지역에너지계획은 이후 4년마다 갱신될 예정이다.

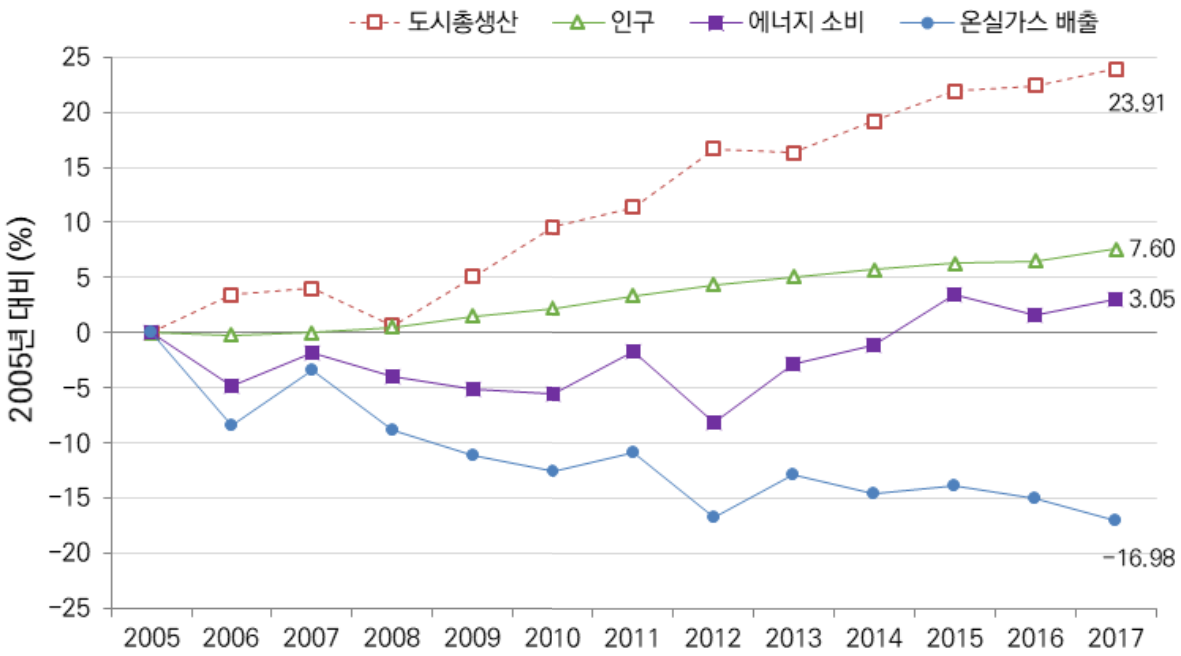
18) Local Law 248 of 2017

19) Local Law 99 of 2019

2. 현황 및 목표

2.1. 현황

뉴욕은 세계 경제와 문화를 주도하는 거대도시다. 인구는 2018년 기준 약 870만 명으로 2050년에는 9백만 명을 넘길 것으로 예상된다. 도시총생산(Gross City Product)도 꾸준히 성장세를 보이며 일자리는 2018년 기준 450만 개에 달한다. 경제성장과 인구 증가에 비해, 2005년을 기준으로 에너지 소비량은 소폭 증가하였으며 온실가스 배출량은 꾸준히 감소 추세다. 이는 2007년부터 온실가스 감축 목표를 도시계획에 반영하고 적극적으로 이행해 온 결과다. 주요한 온실가스 감축 요인은 크게 두 가지다. 첫째, 전력믹스와 에너지공급의 상당 부분을 차지하던 석탄과 석유의 천연가스 대체와 둘째, 건물 에너지 효율의 향상이다.



자료: INVENTORY OF NEW YORK CITY GREENHOUSE GAS EMISSIONS

〈그림 17〉 2005년 대비 뉴욕시 도시총생산, 인구, 에너지 소비 및 온실가스 배출의 증감 비율

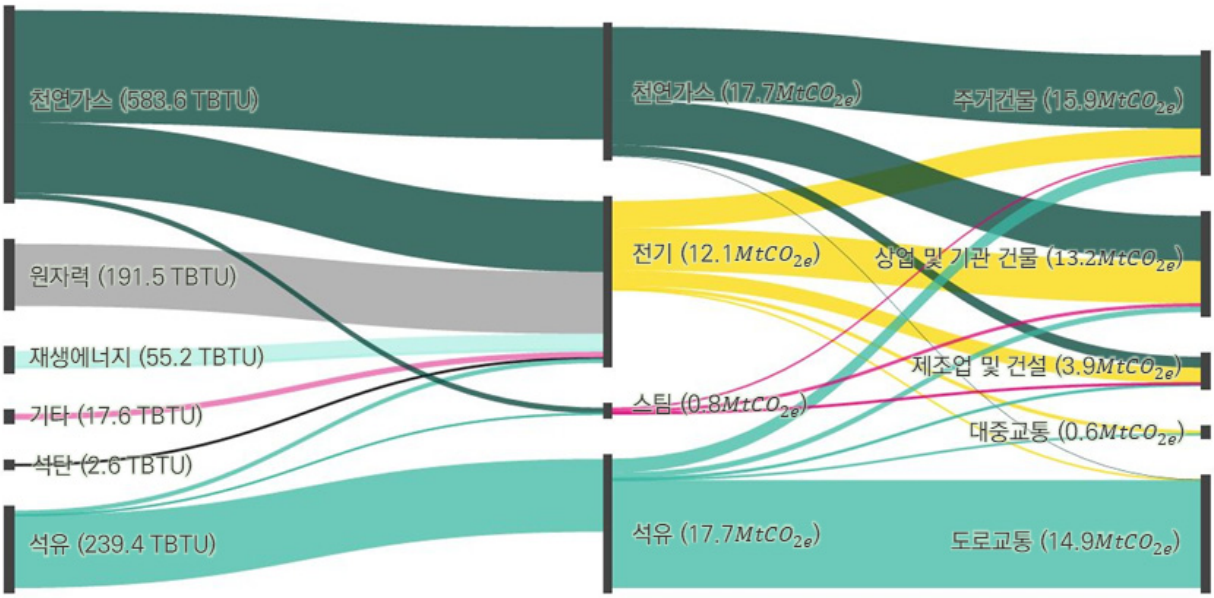
2.1.1. 온실가스 배출 및 에너지 소비 현황

뉴욕은 도시 전체와 시 정부에서 배출하는 온실가스를 구분하여 감축 목표를 세우고, 2007년부터 매년 온실가스 인벤토리 보고서를 발간해왔다. 2017년 뉴욕시의 온실가스 배출량은 50.7백만톤CO_2e로 기준년도인 2005년도 대비 17%의 배출량 감축을 이루었다. 그 중 전체 배출량의 약 5%를 차지하는 시 정부 배출 온실가스는 2.58백만톤CO_2e로, 기준연도인 2006년 대비 29% 감축을 이루어 기존의 시 정부 감축 목표치를 달성했다.[20] 부문별 온실가스 배출 비중은 건물부문이 65.9%,

20) 뉴욕시는 온실가스 인벤토리를 2005년부터 구축함. 따라서 가장 이전의 데이터와 비교하여 감축량을 산정할 때는 2005년

교통부문이 30.4%, 폐기물부문이 3.7%를 차지한다. 건물부문에서 온실가스 감축에 중점을 두는 이유다. 인구당 탄소발자국은 5.88톤CO_2e/인으로 미국 대도시 중 작은 편에 속하지만, 세계 타 도시들과 비교할 경우 여전히 높은 편이며, 2050년까지 온실가스 순 배출량 제로(net zero) 목표를 달성하기 위하여 더욱 적극적인 온실가스 감축이 요구된다.

에너지소비량은 1089.9TBTU로 2005년 대비 3.05% 증가했다. 1차에너지의 비중은 화석연료 75.8%, 원자력 에너지 17.6%, 재생에너지 5.1%로 구성되어 있다. 석유의 대부분은 도로교통부문에서 소비되며 천연가스는 전력생산 외에도 주거 건물의 온수공급 및 난방으로 소비된다(그림 18).



자료: INVENTORY OF NEW YORK CITY GREENHOUSE GAS EMISSIONS

〈그림 18〉 1차에너지 공급량과 최종 온실가스 배출량

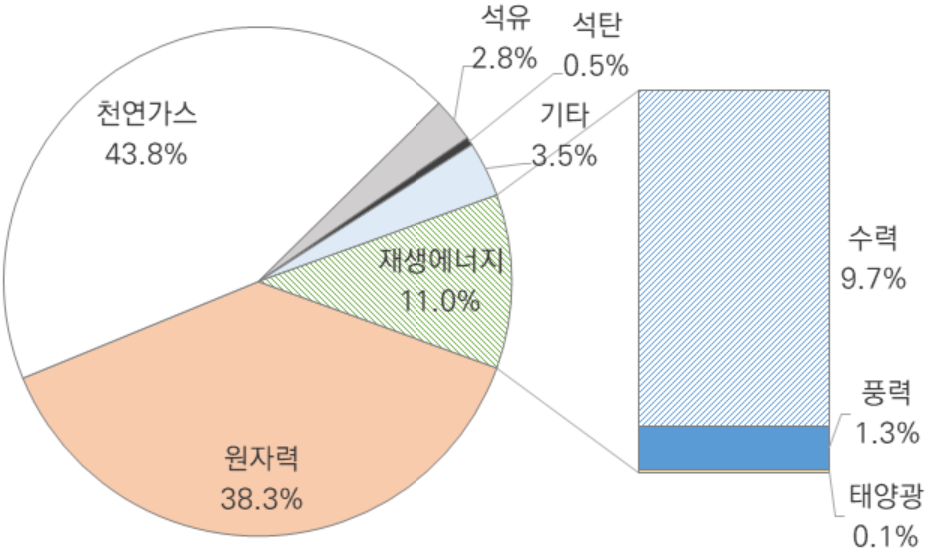
2.1.2. 전력사용량 및 에너지원별 발전전력량 비중

뉴욕시의 전력사용량은 2018년 기준 53,360GWh이며 하계 피크는 10,890㎿로 2005년 대비 거의 동일하다(NYISO, 2019). 소비전력의 절반은 도시 내 24개 발전소에서 나머지 절반은 인근 도시들로부터 생산된다. 도시 내 발전용량은 약 10,000㎿로 전력피크의 90%를 충족시킨다(NYBC, 2017).[21] 수입 전력의 대부분은 뉴욕주 북서부에 의존하고 있으며 뉴욕시로 송전된 전력은 콘 에디슨(Con Edison)이 운영하는 지상 및 지하의 배전망을 통해 최종 공급이 이루어진다. 앞으로 뉴욕시 외부에서 더 많은 양의 전력이 공급되면 도시 내 발전소는 가동시간이 점차 줄어들 것이다. 현재 도시 내 발전 비율 약 50%에서 2050년에는 비율이 30% 미만으로 감소할 것으로 예상된다.

데이터를 이용. 한편, 뉴욕의 '감축 목표'는 기준연도를 2006년으로 잡고 있어 목표치 달성여부를 판단할 때는 2006년을 기준으로 사용함

21) 뉴욕주는 송전망용량의 한계를 고려하여 지역내 발전용량 최소요구치(LCR)를 2년마다 갱신함. 2019년 뉴욕시의 경우 도시 내 발전소 용량이 전력피크의 82.8% 이상을 충족해야함

에너지원별 발전전력 비중의 경우 천연가스와 원자력이 82.1%를 차지한다. 재생에너지 중에서는 88%가 수력발전에서 공급된다. 천연가스 발전 비중은 석탄과 석유를 대체하면서 크게 증가했다. 또한 노후발전소의 효율을 증진하면서 전기의 탄소집약도가 크게 감소하였다. 현재 도시 내 전력의 대부분은 천연가스 설비에서 생산되며 2013년부터 2018년까지 Con Edison의 서비스 지역에서 천연가스 수요가 25% 증가했다. 2019년 기준 네 개의 천연가스 파이프라인 프로젝트가 최종 허가 단계 또는 제안 단계에 있다. 뉴욕시에는 원자력발전소가 존재하지 않지만 시 외부에 있는 인디언 포인트 원자력발전소 2기량으로 전력 생산량의 25%를 공급하고 있다. 2021년까지 2기의 발전소 모두 폐쇄되어 원자력 발전 비중은 점차 감축될 것으로 전망된다.



22)

자료: INVENTORY OF NEW YORK CITY GREENHOUSE GAS EMISSIONS

〈그림 19〉 에너지원별 발전전력량 비중(2017)

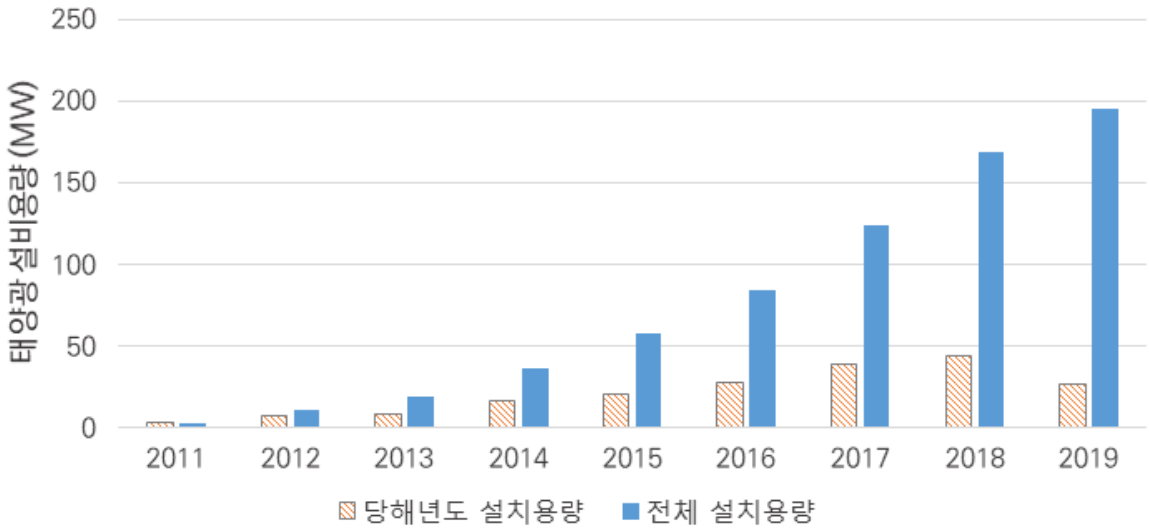
2.1.3. 재생에너지 현황

뉴욕시가 소비하는 재생에너지의 대부분은 뉴욕주의 북동부에 위치한 대규모 수력 및 풍력 발전소에서 생산된 것이다. 현재는 뉴욕시에 2024년까지 816㎿ 규모의 해상풍력발전단지 프로젝트가 진행 중이다. 이와 같이 도시 밖의 대규모 재생에너지 발전소를 뉴욕시 전력망에 직접 연결하는 것이 재생에너지 발전비중을 높이기 위해 절대적으로 필요한 상황이다. 현재의 전송 용량의 한계를 극복하기 위하여 뉴욕주와 뉴욕 전력공사, 뉴욕지역 독립계통 운영자(NYISO)와 협조하여 노후 송전설비를 개선하고 더 많은 송전망을 건축할 계획이다.

뉴욕시에서는 건물 옥상에 소형 풍력발전기 또는 태양광 패널을 설치하여 재생에너지를 생산한다. 태양광 발전 설비는 2011년부터 꾸준히 증가하여 현재 설치된 총 용량이 195.47㎿에 달한다(그림 20). 태양광 발전 설치비용 또한 2011년 7.21$/W에서 2019년 4.12$/W로 큰 폭 감소하였다.

22) 기타는 등유, 바이오매스, 매립가스, 고형폐기물 연료를 포함

그러나 뉴욕 주의 설치비용인 2.53$/W에 비하면 높은 편이다. 옥상 태양광 발전소와 같은 분산에너지는 지역에 바로 공급되는 소규모 전력망(micro grid)으로 연결되어 대형 발전소보다 에너지 손실을 크게 줄일 수 있다. 분산에너지에는 열병합발전과 에너지저장장치 등이 포함된다.



자료: NY SOLAR MAP

〈그림 20〉 설치된 태양광 설비 용량

2.2. 비전 및 목표

2.2.1. 그린뉴딜

미국 대선 정책으로 부각된 그린뉴딜은 기후변화에 직면한 사회 시스템으로 전환하는 과정에서 역사적 불평등을 고려하고 민주주의를 강화하며 일자리 창출 등의 포용 성장을 추구하는 비전이다. 뉴욕시 또한, 오랫동안 환경과 경제 정의 간의 연관성을 인지해 왔으며 이를 OneNYC 계획에 반영해왔다. 2015년 뉴욕시가 발표한 OneNYC 계획은 기후변화와 포용 성장의 근본적 관계에 관해 설명하고 있으며 2019년 그린뉴딜 구호 아래 개정된 OneNYC 2050은 기후 위기의 심각성을 더욱 드러내며 정의로운 에너지전환을 통한 탄소중립도시에 대한 청사진을 제시하고 있다.

2.2.2. OneNYC 2050에서 제시된 에너지 비전

OneNYC 2050에서는 에너지 관련 비전을 네 가지 목표 하의 일곱 가지 이니셔티브에서 찾아볼 수 있다. 이를 바탕으로 뉴욕시의 에너지관련 비전을 정리하면 2050년까지 탄소중립 달성이라는 큰 비전 아래 네 개의 세부 비전으로 볼 수 있다.

1) 100% 청정전기 공급

2) 건물부문 에너지 절감 및 효율화 규제

3) 전기자동차 인프라 확충

4) 에너지부문 일자리 창출 및 자금 전환

- **포괄적 경제(Inclusive Economy)**

  이니셔티브 5. 양질의 일자리 창출을 통한 경제 성장 및 일자리 교육 지원

  이니셔티브 7. 근로자와 지역사회의 발언권, 소유권 및 의사결정권 증진

- **살기 좋은 기후(Livable Climate)**

  이니셔티브 20. 탄소중립과 100% 청정전기 달성

  이니셔티브 22. 모든 뉴욕시민들에게 기후대응을 통해 경제적 기회 제공

  이니셔티브 23. 기후책임성과 기후 정의를 위한 투쟁

- **효율적인 교통(Efficient Mobility)**

  이니셔티브 26. 정체 및 온실가스 배출량 감소

- **현대적인 인프라(Modern Infrastructure)**

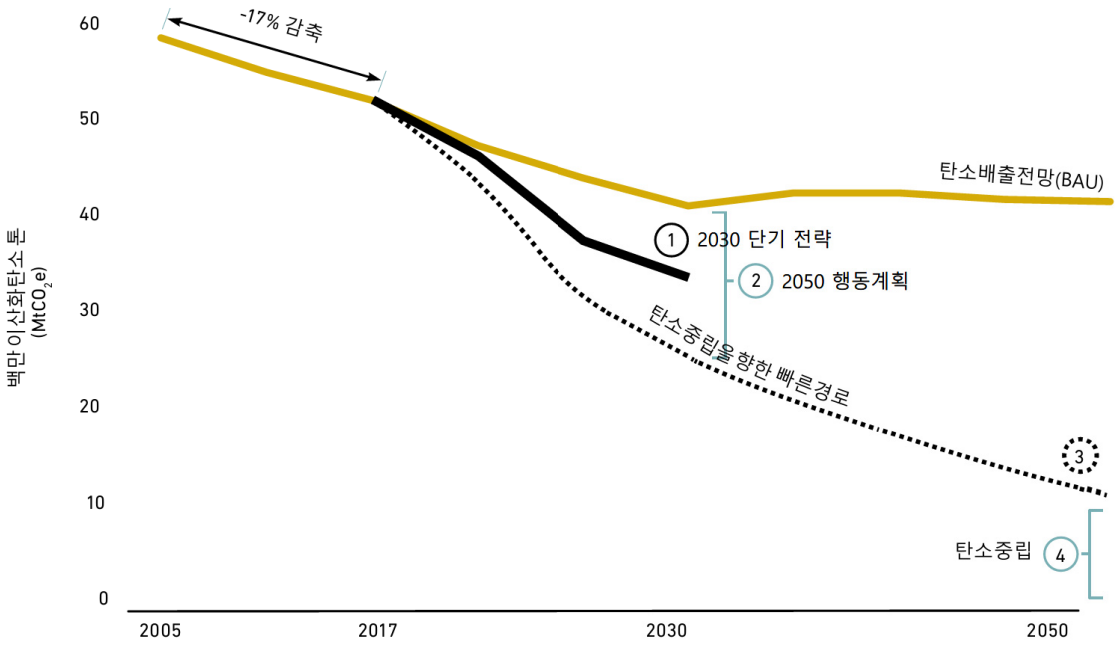
  이니셔티브 28. 핵심 인프라를 위한 미래지향적 투자

〈그림 21〉 OneNYC 2050 에너지 관련 이니셔티브

1) 2050년까지 탄소중립 달성

뉴욕시는 온실가스 감축 목표를 꾸준히 상향 조정해왔다[23]. 현재 뉴욕시의 온실가스 감축 목표는 지구 온도 상승을 1.5°C 내로 제한하는 파리기후변화협약을 따라 2050년까지 탄소 중립을 달성하는 것이다. 뉴욕시의 탄소 중립 경로는 2030 단기전략과 2050 장기전략으로 나누어 제시되어 있다(그림 22). 2030 단기전략은 뉴욕시가 2017년 발표한 '1.5°C: 뉴욕시 파리 기후협약 준수 계획(기후행동계획)'에서 제시된 사업들 중 일부로 2020년까지 이행되어야 한다. 한편, 2030 단기전략으로 감축될 온실가스 전망치는 탄소중립을 향한 빠른 경로로 진입하기에 충분치 않아 2050 장기전략을 추가로 실행해야 한다. 이를 위해 뉴욕주, 지역사회 등과의 파트너십 구축이 요구된다.

23) ① 2007년 지역법 55(기후보전법): 2030년까지 2005년 대비 최소 30% 감축
② 2014년 지역법 66(80x50법): 2050년까지 2005년 대비 최소 80% 감축
③ 2017년 행정명령 26(기후행동 행정명령): 2050년까지 온실가스 탄소중립 달성



자료: NYC MOS(2019a)

〈그림 22〉 뉴욕시의 탄소 중립 경로

〈표 12〉 뉴욕시의 탄소중립 달성 전략

① 2030 단기전략	② 2050 장기전략
-시 소유 건물에 100% 청정전력 공급 -건축물 에너지성능 규정 개정 -전기자동차 인프라 구축 - 폐기물 없는 시 정부 운영	- 시전체 100% 청정전력 체제 달성 - 시민들의 지속가능한 생활체계 - 스마트시티 실현 - 지속가능한 운송 수단에 우선순위 부여
③ 탄소중립을 위한 빠른 경로	④ 탄소중립
탄소 중립을 빠른 시일 내에 달성하기 위하여 전략과 후속 조치를 지속적으로 재평가할 것이다.	도시 내 탄소배출량을 실현 가능한 만큼 줄이고, 남은 배출량은 탄소 크레딧[24]을 구매하여 탄소 중립을 달성할 것이다.

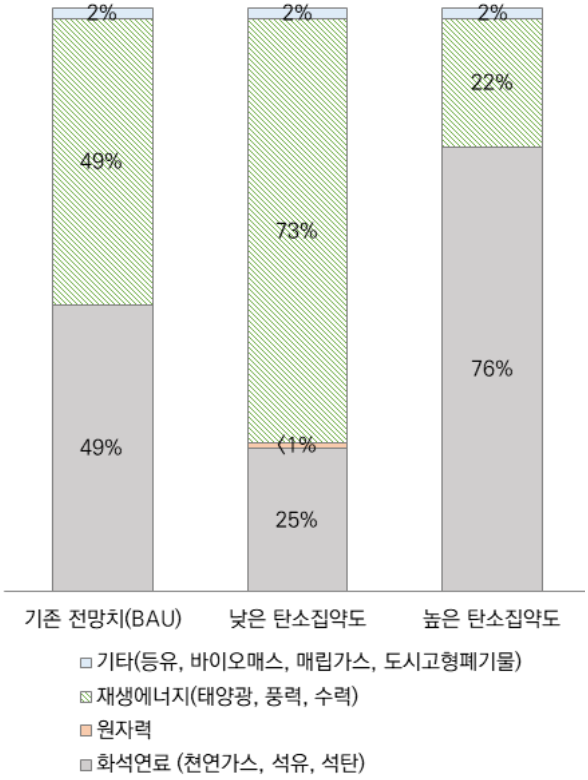
자료: NYC MOS(2019a)

2) 100% 청정전기 공급

뉴욕시는 2040년까지 태양광, 풍력 등의 청정전력으로 에너지를 공급할 계획이다. 2030년까지는 재생에너지 발전 비중을 50%까지 높이고, 시 소유 시설에는 100% 청정전력을 공급하고자 한다. 가장 큰 전략은 뉴욕주 북부와 캐나다에 위치하고 있는 대규모 재생에너지 발전설비로부터 더 많은 값싸고 깨끗한 전력을 수입하는 것이다. 원거리에 있는 전력이 안정적으로 공급되기 위해 노후화된 송전계통망을 보수하고 증설할 계획이다.

24) 탄소 크레딧은 한 단위당 도시의 탄소 배출 재고 범위 이외에 사업으로 대기에서 제거되는 이산화탄소 1톤에 상당함. 탄소배출권은 조림 및 숲 가꾸기나 농장에서 배출된 메탄을 제거하는 등의 사업에 발행되며 엄격한 환경보전기준을 준수해야함

그 외에도 뉴욕시 내의 화력발전소는 점진적으로 폐지하고 지역 소비자 참여형 프로그램을 운영하여 건물의 옥상 태양광 설치를 확대하고자 한다. 2025년까지 시 소유 건물에 100㎿, 민간 소유의 건물에 250㎿, 2030년까지 뉴욕시 전체에 1GW의 태양광 발전시설 확충할 것이다. 재생에너지의 특성을 고려하여 에너지저장장치를 2020년까지 100㎿h, 2025년 500㎿h를 목표로 보급할 계획이다. 이외에도 효율적인 분산 에너지 확보를 위해 유틸리티 및 시장 파트너와 지속적으로 협력하여 수요 대응 및 부하 관리 프로그램을 도입한다.



자료: NYC MOS(2016)

〈그림 23〉 2050 시나리오별 전력 믹스

3) 건물부문 에너지 절감 및 효율화 규제

뉴욕시 온실가스 배출량의 2/3는 건물부문에서 발생한다. 이에 뉴욕시는 2009년 녹색 성장 건축 계획법(Greener, Greater Buildings Plan)을 제정하여 에너지 소비량이 높은 대형 건물을 우선으로 에너지 효율화 사업을 통해 온실가스 감축을 이루어왔다. 2019년에는 기존 법을 확장한 기후동원법이 통과되었다. 기후동원법에서 뉴욕시는 2050년까지 건물부문 온실가스 80% 감축이라는 목표를 명제화했으며, 온실가스 배출량을 규제하는 건물의 범위를 대형 건물에서 단계적으로 중소형빌딩까지 넓혀 2050년에는 도시의 모든 건물에 에너지 배출규제를 적용하게 된다.

뉴욕시는 2030년까지 신축 건물들의 운영에서 온실가스 배출이 순 제로에 도달할 것을 선언한 세계 19개 도시 중 하나다. 신축 건물은 넷 제로 에너지 건물을 지향하여 가장 최신의 에너지 효율화 기준을 만족시켜야 한다. 에너지 비효율적인 유리벽(glass fascades)은 제한된다. 기존 유리벽 건물은 성능을 획기적으로 개선해야하며, 엄격한 새 성능 지침을 충족하지 않는 한 유리벽은 새로 짓는 건물에 허용되지 않는다. 시 소유 건물의 경우 포트폴리오 기반 접근법을 사용하여 2030년까지 온실가스 감축 50% 달성을 목표로 한다. 뉴욕시의 모든 건물이 규제되는 만큼 필요한 기술 지원 프로그램을 높이고 재생가능에너지 시설 설치와 에너지 효율성 개선을 위한 자금 조달의 가용성을 높일 계획이다.

4) 전기자동차 확대를 중심으로 지속가능한 교통 실현

운송부문에서는 2050년까지 온실가스 배출의 70%를 감축하고자 한다. 이를 위해 2050년까지 지속가능한 방법(걷기, 자전거, 대중교통 등)으로 통근하는 비율이 80%에 이르도록 하며, 나머지 20%는 대체 연료를 도입하여 온실가스를 감축하고자 한다. 도시 내 차량의 수, 크기, 이동 거리를

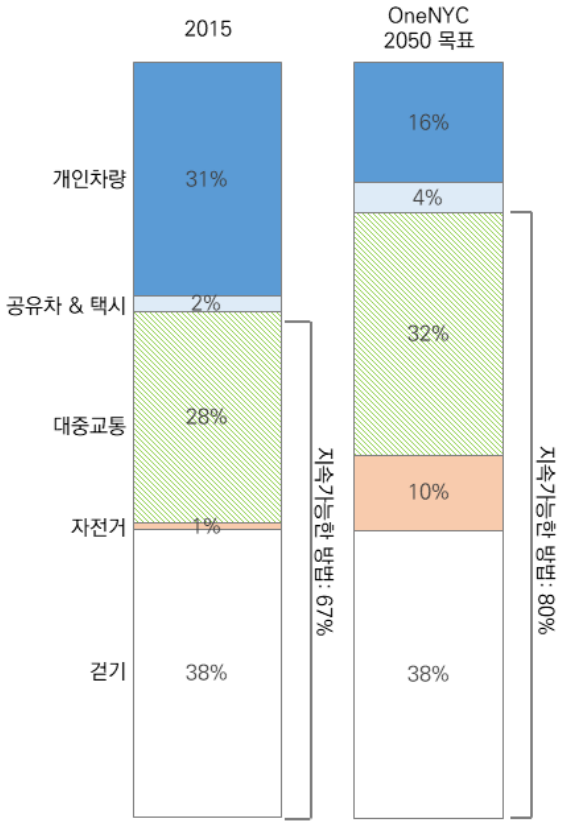
줄여 배출량을 감소하고, 통근 및 화물차를 포함한 운송시스템 전력화 및 효율화를 진행할 계획이다. 세부전략은 다음과 같다.

(1) 도시 전체에 전기차 충전 인프라를 구축하여 전기자동차 사용을 촉진한다. 그 외에도 시민들이 효율 높은 차량으로 교체 및 이용할 수 있도록 배기가스 제로 차량에 전용 연석 공간을 보장하는 등 인센티브를 제공할 것이다.

(2) 2040년까지 시 정부 수송부문에서 탄소중립화를 달성한다. 효율화 신기술을 통해 자동차 수와 크기와 차량 주행거리 및 배기가스를 줄이고 재생가능한 디젤 연료를 도입하고 기존 차량들을 전기자동차로 교체할 것이다. 다만, 장기적인 감축을 위해서는 100% 청정 전력망 달성과 함께 비상 대응 및 대형 차량에 대한 기술 발전이 보장되어야 한다.

(3) 도시에서 물품을 운반할 때는 제로 또는 제로에 가까운 배출 차량을 이용할 계획이다. 자동차 대신 바지선과 철도로 물품을 운송 하거나 최후의 수단으로는 화물 자전거와 같은 마이크로 이동수단의 사용도 고려될 것이다.

(4) 깨끗한 트럭 프로그램(Clean Truck Program)을 확장하고, 상업 폐기물 구역을 지정하여 폐기물 수집하는 트럭의 교통량을 50% 이상 줄이고자 한다.
결과적으로 연간 50만 갤런의 연료 사용량 감소와 공공차량 1,000대 감축과 연간 주행거리 천만 마일 감소가 예상된다. 또한 교통체증이 완화되고 공용차량의 주차 수요가 감소할 것이다.



자료: NYC MOS(2019a)
〈그림 24〉 운송부문 지속가능한 방법 비중

5) 에너지부문 일자리 창출 및 기후 정의를 위한 투쟁

2019년 그린뉴딜을 선언한 뉴욕시는 에너지부문의 일자리를 창출하고 기후 정의를 위한 투쟁을 이어갈 계획이다. 뉴욕 메트로폴리탄은[25] 2018년 기준 에너지부문 일자리가 미국 내에서 두 번째로 많은 지역이다. 청정에너지부문 일자리가[26] 136,997개, 그 중 재생에너지부문 일자리가 21,550개,

25) New York City-Northern NJ-Long Island(NY-NJ-PA)
26) 청정에너지부문 일자리는 재생에너지(태양광, 풍력)부문과 에너지 효율화부문과 청정 차량, 에너지 저장 장치, 차세대 바이오연료, 저영향 수력과 관련된 일자리를 모두 포함하여 집계

에너지 효율화 관련 직업이 102,561개에 달한다(E2, 2018).[27] 그 중 뉴욕시에는 50,000개 이상의 일자리가 있으며, 뉴욕시의 맨하탄 자치구에는 고용가능한 거주자 1,000명당 약 30개의 청정 에너지부문 일자리가 존재한다(E2, 2019). 뉴욕시는 대규모 재생가능에너지 발전 사업과 백만 개의 건물 효율화 사업을 진행하는 과정에서 수천 개의 보수가 좋은 일자리(good-paying jobs)가 창출될 것으로 기대하고 있다.

뉴욕시는 중소기업 지원국(SBS)과 시장 인력개발실(WKDEV), 경제개발공사를 통해 에너지 관련 비즈니스의 성장을 지원하고, 뉴욕시민들이 청정에너지부문의 진로를 설계하고, 숙련된 현지 인력으로 육성될 수 있도록 훈련 프로그램과 직업 경로를 제공할 것이다.

또한 초기 및 성장 단계의 기업을 지원하는 Urbantech NYC 프로그램을 통해 도시에서 비즈니스를 시작, 성장 및 확장하는 데 필요한 유연하고 경제적인 작업 공간과 맞춤형 프로그래밍을 제공할 것이다. 2017년 발표된 NYC Green Jobs Corps는 산업 및 노동자들과의 파트너십으로 신흥 녹색 경제에 필요한 직업 및 기술 교육을 제공함으로써 2021년까지 3,000명을 훈련시키는 것을 목표하고 있다. 빌딩 건축 무역 위원회(Building Construction Trades Council)는 NYC Green Jobs Corps를 통해 제공되는 견습 과정을 시작했으며 졸업생을 고용 기회로 연결하고 있다. 그 외에도 고용이 어려운 수감자 및 취약계층과 직업 고등학생들에게 시의 청소년 및 성인 교육 프로그램과 산업별 교육, 인턴십 기회를 제공할 것이다.

뉴욕시는 기후 정의를 여러 방식으로 실천할 계획이다. 그동안 시에서 투자했던 연기금을 화석연료 소유 기업들로부터 회수하여 재생가능에너지부문에 투자할 것이다. 뉴욕시의 연기금 195백만 달러 중 석유 및 석탄 소유 기업들에 투자했던 50억 달러를 2022년까지 회수하고 기후솔루션의 투자금을 2백만 달러에서 2021년까지 40억 달러(2%의 연기금)로 확대하고자 한다. 오염자 비용 부담 원칙을 내세워 5대 석유 기업들로부터[28] 손해배상 청구 소송도 계속 진행할 예정이다.

---

27) 에너지 관련 직업 추산 방법은 미국 노동 통계국(BLS)의 산업분류 시스템(NAICS)에 따라 1,057개의 산업 하위부문에 고용자수를 할당함(예 : 태양광 발전 - NAICS 221114). 2018 USEER 보고서는 에너지 분야 일자리를 1) 연료 및 전력 발전, 2) 송전 및 배전과 에너지 저장, 3) 에너지 효율 4) 차량부문으로 나눔. 이 외에도 복수 작업장 보고서(Multiple Worksite Report)를 통해 실제 에너지부문 업무를 수행하거나 일부 수행하는 노동자가 다른 산업 분류에 포함되어 있는 오류를 개선하며, 연례 프로파일링 조사(ARS)를 통해 에너지부문 기술 변화 등을 참고하여 산업부문 분류 코드를 업데이트함. 구체적인 내용은 2018 U.S. Energy and Employment Report pp15-17 참고

28) 5대 석유 기업이란 브리티시 페트롤리엄, 쉐브론, 코노코필립스, 엑손모빌, 로얄 더치 쉘을 의미

〈표 13〉 총 목표치 정리

목표					실천 상황	
내용			연도	수치	시점	수치
온실가스 배출량	합계	전체	2050	80% 감축, 20% 상쇄	2017	17% 감축 (2005년 대비)
		시정부	2025 2030	40% 감축 50% 감축		29% 감축 (2006년 대비)
	건물 부문	전체	2030 2050	40% 감축 80% 감축		21.2% 감축 (2005년 대비)
		시정부	2025 2030	40% 감축 50% 감축		27.6% 감축 (2006년 대비)
	수송 부문	전체	2050	70% 감축		6% 감축 (2005년 대비)
		시정부	2025 2040	50% 감축 100% 감축		11% 감축 (2005년 대비)
재생에너지 전력 비중		전체	2030 2040	50% 100%	2019	27%
		시정부	2030	100%	-	
태양광 발전설비 용량		전체	2025 2030	350㎿ 1GW	2019	195.47㎿
		시정부	2025	100㎿	2018	10.3㎿
에너지 저장장치			2025	500㎿	-	
연기금 중 기후대응 관련 투자분 (재생에너지, 에너지효율화)			2021	40억 달러	2019	20억 달러
연기금 중 화석연료 관련 투자분			2022	0	2019	50억 달러
지속가능한 교통수단 이용 비율			2050	80%	2017	68%
신차판매 전기차 점유율			2025	20%	2018	1.4%
시 소유 전기 차량			2025	4,000대	2019	2,213대

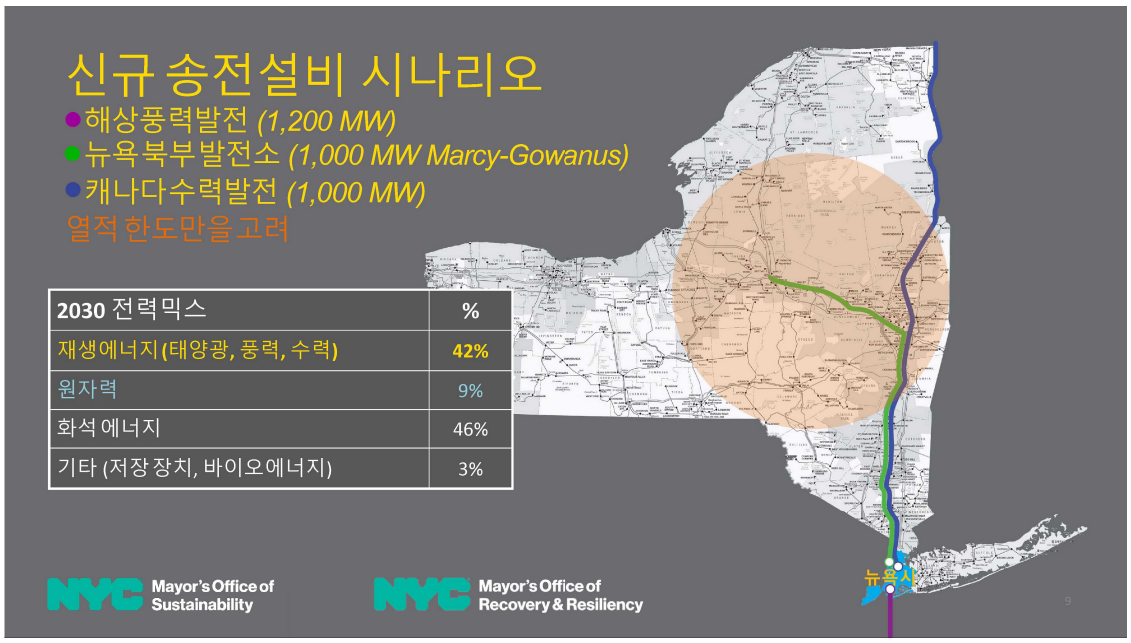
3. 주요 사업

3.1. 에너지 공급

단기적으로는 뉴욕시 내에 있는 24개 발전소들의 효율을 높이고, 장기적으로는 발전원을 화석연료와 원자력에서 태양광, 풍력 등의 재생가능에너지원으로 전환할 계획이다. 이를 위해 뉴욕시는 뉴욕주 공공서비스위원회(PSC)와 뉴욕지역 독립계통 운영자(NYISO)가 송전망 설비 확대사업에 투자하도록 필요성을 강조하고 있다. 에너지 공급 세부사업으로는 태양광 설치, 옥상녹화, Solar 100 프로젝트, 풍력생산, 도시 폐수와 음식물쓰레기로 재생가스 생산, 송전망 확대 등이 있다. 이 외에도 에너지 요금을 저소득층 시민들이 감당할 수준으로 감소할 수 있도록 정책을 도입할 계획이다.

3.1.1. 뉴욕 주의 송전망 확대 관련 투자 옹호

뉴욕시는 더 많은 재생에너지를 확보하기 위해 뉴욕주와 뉴욕지역 독립계통 운영자(NYISO)에 송전망 투자의 필요성을 설득하고 있다(MOS, 2018). 뉴욕시는 뉴욕주 공공서비스위원회(PSC)와 협력하여 전력망에 대한 장기 비전을 수립하고 이를 이끌 표준을 개발하도록 지원할 것이다. 2016년 9월 30일 뉴욕시 지속가능성 사무소(MOS)는 뉴욕지역 독립계통 운영자에 공개 서한으로 새로운 송전선 투자가 필요함을 설득했다. 이에 뉴욕주 공공서비스위원회(PSC)는 뉴욕주 서부와 뉴욕주에 캐나다의 수력발전 등 재생에너지를 뉴욕주로 전달하기 위해 새로운 송전 용량이 필요하다는 사실을 인식하고 효과적인 송전 프로젝트를 진행하도록 지시했다. 뉴욕시로의 송전망 투자와 관련된 사업들은 다음과 같다.



자료: MOS & ORR(2018)

〈그림 25〉 뉴욕시의 송전망 공공 정책 제안서 중 송전설비 최대 확보 시나리오

Champlain Hudson Power Express[29)]

캐나다의 수력발전소와 연결하는 송전망 프로젝트다. 셩쁠랑 호수와 허드슨 강 아래에 30억 달러를 투자하여 333mi HVDC 수중 케이블을 설치한다. 캐나다 퀘벡에서 뉴욕시 퀸즈까지 1,250㎿의 재생에너지를 공급할 수 있다. Transmission Developers Inc사는 2010년 사업을 제시하였고, 2013년 뉴욕주 공공서비스위원회(PSC)로부터 건설 승인되었다. 2020년 공사를 시작하여 2024년에 가동 될 계획이다. 이 프로젝트를 통해 시 정부에 필요한 전력에너지 약 4천 GWh을 재생에너지로 충당하게 된다. 한편, 환경단체들로부터 이 사업으로 인한 허드슨 강의 환경파괴 문제도 제시되고 있다.

Empire State Connector[30)]

뉴욕 북부 발전소와 연결하는 송전망 프로젝트다. 이리 운하와 허드슨 강 아래에 265마일의 HVDC 수중 케이블을 뉴욕북부의 유티카(Utica)시의 Marcy Converter 스테이션에서부터 브루클린의 Gowanus Converter 스테이션까지 설치한다. OneGrid사가 2015년 제안하였으며 총 10억 달러를 투자하여 2024년까지 1,000㎿의 재생 가능한 자원을 공급할 계획이다. 송전 설비에 교류(AC)가 아닌 직류(DC)를 사용하기 때문에 “도시 내 발전”으로 계산된다.

Empire Wind[31)]: 2019년 2월, 뉴욕주는 최대 1,200㎿의 해상 풍력 용량에 대해 총 18개의 입찰을 받아 두 개발사의 입찰을 선정해 계약했다. 그 중 Equinor사의 엠파이어 풍력 프로젝트에서 개발할 해상 풍력발전소는 뉴욕시와 브루클린 남쪽에 전력을 제공할 계획이다. 각각 10㎿ 이상의 60~80개의 풍력 터빈을 설치하여 총 용량은 816㎿이다. 아일랜드 남동쪽에서 15~30마일에 걸쳐 8만 에이커에 달하며 20~40m의 수심을 커버하며 총 투자액이 약 30억 달러가 될 것으로 추정된다. 이를 위한 신규 송전망 프로젝트가 필요한 실정이다.

3.1.2. 뉴욕시 태양광 파트너십과 민간 태양광 발전 확대 프로그램

Sustainable CUNY

2006년 이전에는 태양광 기술이 불완전하고 관련 정책이 미비하여 태양광이 갖는 가치는 무시할 수 있는 수준이었다. 뉴욕 시립대(CUNY)는 2006년 처음으로 뉴욕시 지속가능성 사무소(MOS), 뉴욕시 경제개발공사(NYCEDC)와 협력하여 뉴욕시 태양광 파트너십 ‘Sustainable CUNY’을 구상하였다. 현재는 Sustainable CUNY은 뉴욕시와 40여개의 주요 파트너를 대표하여 뉴욕시와 뉴욕주 및 연방정부에 걸쳐 지원을 받고 있다.

Sustainable CUNY는 뉴욕시의 경제적인 발전을 고려한 장기적으로 태양광 설치를 확대하는 포괄적인 사업을 기획하고 이행한다. 2014년 빌 데 빌라시오 뉴욕시장은 지속가능한 CUNY 파트너십을

29) http://www.chpexpress.com/
30) http://empirestateconnector.com/
31) https://www.equinor.com/en/what-we-do/empirewind.html

통해 'Solarize NYC' 와 'Shared Solar NYC' 프로그램을 도입했다. 2016년 9월 뉴욕 시장은 이를 통해 2030년까지 뉴욕시의 새로운 태양광 전력을 1GW로 높이기로 하였으며, 단기적으로 2020년까지는 뉴욕 최초의 태양광 에너지 저장장치를 개발하여 100MWh의 전력량을 확보하여 뉴욕시의 정전 시 복원력을 확보하기로 했다.

Solarize NYC

Solarize NYC는 지역 커뮤니티의 태양광 사업을 지원하는 캠페인이다. 이 캠페인은 기존에 태양광 투자 진입장벽으로 제한되었던 지역 주민들에게 홍보와 교육을 통해 봉사활동 기회를 제공하고, 사전 검증된 태양광 설치 회사에 대한 정보를 공유하며, 한정된 기간 동안 할인된 가격으로 태양광 발전에 투자할 수 있도록 돕는다. 커뮤니티는 지리적 경계를 넘어 회원협회, 학부모-교사 그룹, 종교단체, 시민단체, 이웃 또는 대기업 직원 등이 될 수 있으며 단체의 일부만도 참여할 수 있다. 현지 설치 업체들은 캠페인 참여를 통해 고객 확보 비용을 줄이고 투명한 경쟁을 보장받을 수 있다.

Shared Solar NYC

Shared Solar NYC는 커뮤니티 공유 태양광 발전(Community Shared Solar)을 지원하는 사업이다. 커뮤니티 공유 태양광은 개인 또는 공동체가 외부 태양광의 일부를 분양받거나 빌려 경제적 이득 또는 전력 크레딧을 얻는 개념이다(그림 26). 이를 통해 다세대 건물 거주자 또는 소유 건물이 태양광발전에 적합하지 않는 사람도 태양광 설비를 직접 설치하는 효과를 제공 받을 수 있다. 이를 지원하기 위해 뉴욕시 지속가능성 사무소(MOS)와 뉴욕시 경제개발공사(NYCEDC)는 'Shared Solar NYC Gateway'라는 온라인 플랫폼을 구축하였다. 뉴욕시의 부동산 소유자는 사이트에서 공유 태양광 사업을 직접 개설할 수 있으며, 태양광 설비 견적을 비롯하여 검증된 태양광 개발자와 입찰자 정보를 제공받을 수 있다. Solar Ombudsmen의 기술 지원을 제공받을 수 있다. 부동산 소유자는 공유 태양광 프로젝트에 참여함으로써 이익을 창출함과 동시에 사회에 기여 할 수 있다. 시에서는 지역 내 저소득층 주민들에게 태양전지 어레이를 예약해주는 혜택을 제공하고 있다.

자료: NY SOLAR MAP

〈그림 26〉 공유 태양광 사업 예시

태양광 협동조합 사례: Solar Uptown Now

환경정의를 위한 단체인 WEACT와 도시 주택관리 지원 위원회(UHAB)와 Solar One이 협력하여 뉴욕시의 태양광 협동조합을 지원하는 Solar Uptown Now 캠페인이 출범하였다. 2018년에는

Crown Heights와 Northern Manhattan에서 저렴한 주택 건물(Affordable housing buildings)을 활용한 혁신적인 태양열 프로젝트가 시작됐다.

- Crown Heights, Brooklyn

마을 소유의 태양광 모델을 통해 저소득층 가정에게 직접적인 이익을 제공하기 위해 저렴한 주택에 효율화 기술을 적용한 모델이다. 주택개발기금공사(HDFC) 협동조합은 커뮤니티 재생 프로그램(Community Retrofit Program)과 Solar One과 도시 주택관리 지원 위원회(UHAB)로부터 지원을 받아 약 100여개의 태양광 패널을 설치하여 전력을 생산하였다. 생산된 전력 크레딧은 협동조합에 참여한 각 세대에 부여되었다.

- Northern Manhattan

뉴욕시의 북쪽 맨하튼에는 총 9개의 저렴한 주택의 지붕에 태양광 패널을 설치하여, 약 900명의 주민들이 캠페인에 참여할 수 있게 하였다. 이 태양광 패널은 수명이 다 할 때까지 약 백만 달러에 해당하는 전력을 생산할 것으로 예상된다. 이 캠페인을 통해 마을 주민 90명이 태양광 설치 기본 교육을 받았으며, 이를 위하여 태양광 파트너 기업들은 5명의 태양광 패널 설치 교육자를 고용하였다.

3.1.3. 시 기관 태양광 발전 확대 프로젝트: Solar 100

뉴욕시의 전력 소비 중 10%가 도시기관에서 소비된다. Solar 100 프로젝트의 최종목표는 2025년까지 시 소유의 건물에 총 100㎿의 태양광 시설을 설치하는 것이다. 이를 위해서 2016년 지역법 24를 시행하여 10000ft^2 이상 되는 시 소유의 건물들의 옥상을 조사하여 태양광 시설이 적합한지 파악하였으며, 그 결과 잠재력으로 약 55㎿의 태양광 에너지를 얻을 수 있음을 확인하였다. 뉴욕시는 2016년 말을 기준으로 53기관에 약 8.8㎿, 2018년 4월을 기준으로 총 57기관에 10.3㎿의 태양광 시설을 확보하였으며 이는 최종 목표치에 약 10%에 해당한다. 시 소유 건물의 옥상 태양광 시설 외에도, 주차장 태양광 발전소와 같은 시설을 설치하는 등 범위를 확대시켜나갈 예정이다.

3.1.4. 풍력 에너지 생산 의무화 및 설계 기준

풍력발전은 건물부(DOB)의 재생가능에너지 기술 수단 중 하나로 생산이 의무화되었다. 아래와 같은 기준으로 시설의 설계, 건축, 유지 및 폐기가 진행된다.

- 설계 기준: 대형풍력발전기의 설계는 통상적으로 정해진 공공 기관[32]에서 정한 기준을 따라 진행되며, 세부 사항은 다음과 같다.
- 풍속: 130mph(약 58m/s)의 바람을 견딜 수 있어야 한다.

32) 미국 풍력발전 연합. 뉴욕주 에너지 연구 및 개발 부서, 캘리포니아 에너지 위원회, 유럽 풍력 발전기 인증, 영국 풍력 에너지 연합, 국제 전기기술 위원회, 미 국립 재생에너지 연구소

- 면적: 단면적을 기준으로 했을 때 200m² 이상이어야 한다.
- 제동 및 장금 장치 : 공공안전을 위해서, 필요한 경우 공기 역학 과속 제어 장치 및 기계식 브레이크와 같은 예비 제동 장치 및 수동 잠금장치의 설비가 요구된다.

폐기는 전력생산이 불가능한 상태가 된 지 12개월 이상 되었거나, 제조업체가 발행한 발전기의 유효 기간이 다했을 때 가능하다. 발전기의 유효 기간이 발행되지 않은 경우 위원회의 재량에 의해 폐기 시점이 결정된다. 이외에도, 외관, 접근성, 소음, 음영, 신호간섭 등에 대한 구체적인 기준이 마련되어 있다.

3.2. 건물부문

뉴욕시는 2019년 기후동원법을 통과시키며 건물부문에서의 온실가스 배출량을 2005년 대비 2030년까지 40%, 2050년까지 80% 감축할 것을 선언했다. 건물부문에서의 온실가스 배출 제한이 의무화되었던 건물 크기가 50,000ft² 이상에서 25,000ft² 이상의 건물로 범위가 확대되었다. 뉴욕시 내 모든 건물이 규정을 지키도록 뉴욕시는 배출권 거래제를 연구하고 있으며 이를 시행하여 융통성 있게 에너지 효율을 운영할 계획이다. 배출권 거래제는 규제 준수의 대안을 제공하며 동시에 건물주가 법의 요구보다 더 큰 비용을 절감하도록 하는 데 효과가 있다. 건물 시세를 적정히 유지하며 저렴한 주택과 소형 건물을 포함한 모든 건물의 에너지 효율 향상을 위해 나아갈 것이다.
건물부문의 에너지 세부사업으로 에너지 합리화 사업(Retrofit Accelerator와 Community Retrofit NYC programs)과 도시 녹색 주택 보존 프로그램(City's Green Housing and Preservation Program), 지속가능한 옥상 구역(Sustainable roofing zone), 뉴욕탄소챌린지(The NYC Carbon Challange), 자산평가 청정에너지 프로그램(Property Assessed Clean Energy), 에너지 평가제도 조정(Adjusting Energy Grading Scale)이 있다.

3.2.1. 기존 건물 온실가스 배출 제한

기후동원법 도입으로 인하여 뉴욕시의 건물은 법 조항이 제시한 제한량 이상의 온실가스 배출이 금지된다. 건물을 이용하는 집단에 따라 온실가스 제한량은 다음과 같이 상이하다.

〈표 14〉 집단 분류에 따른 온실가스 배출 제한량

Use Group[33]	온실가스 배출 제한량(tons/ft²)	
	2024년-2029년	2030년-2034년
Group 1-2(병원), Group H(고위험), Group B(실험실, 재난응급실, 헬스케어)	0.02381	0.01193
Group M(상업)	0.01181	0.00403
Group I-1(노인생활지원시설)	0.01138	0.00598
Group A(집합시설)	0.01074	0.0042
Group R-1(호텔, 기숙사)	0.00987	0.00526
Group B(비즈니스)	0.00846	0.00453
Group E(교육), Group I-4(어린이집, 보육원)	0.00758	0.00344
Group R-2(거주, 다가구)	0.00675	0.00407
Group F(공장, 공업)	0.00574	0.00167
Group S(창고), Group U(주차)	0.00426	0.00110

자료: 이정찬(2019)에서 재인용

배출량 상위 20%인 건물에서는 각각의 이용자 집단이 감축 요구량을 계산하여 2024년에 배출량 상위 75%의 건물은 두 번째 이행 날짜인 2030년도에 온실가스 감축 이행을 시작해야 한다. 배출량은 이행 다음년도부터 매년마다 보고되어야 한다. 건축물 부서(DOB)에 건물에너지 배출성능실(Office of Building Energy and Emission Performance)가 설립되어 신축건물과 주요 기존 건물들의 에너지와 온실가스 배출 성능을 감독하고 정부 차원에서 빌딩의 연간 에너지사용량 평가 프로토콜을 확립할 것이다. 2005년 대비 2030년에 중대형건물의 온실가스 배출을 40% 감축하고, 2050년에는 모든 빌딩에 온실가스 배출 제한 기준이 0.0014톤$CO_2e/ft^2/yr$로 적용하는 등 에너지 효율 및 강도에 대한 의무를 전 도시에 적용하여 온실가스 배출량 감축 80%를 달성할 것이다.

33) NYC Building Code 2014 chapter 3 Use and Occupancy Classification

3.2.2. 개인소유 건물

1) 에너지 합리화 사업(Retrofit Accelerator, Community Retrofit NYC programs)

NYC Retrofit Accelerator는 건물주가 개인 건물의 에너지 효율을 높이는 과정을 간소화할 수 있도록 무료 맞춤형 상담 서비스를 제공하는 프로그램이다. 효율자문팀은 25,000ft²이상 크기의 건물에 가장 적합한 에너지 및 물 효율성 계획을 수립해 준다. 이 외에도 자격을 갖춘 계약자와 연결시키며, 건물 운영자에게 교육이 이루어지도록 기술을 지원하고 지침을 제공한다. Community Retrofit NYC는 NYC Retrofit Accelerator를 보완하는 프로그램으로 브루클린 중심 및 퀸즈 남부의 중소 규모 건물(5,000-25,000ft²) 소유자가 에너지 및 물 리트로핏을 하도록 지원한다.
현재 뉴욕시는 기후동원법에 맞춰 기존에는 프로그램에 포함되지 않은 신축건물과 중소형 건물 및 다른 지역의 건물에도 에너지 합리화 사업을 지원하기 위해 Retrofit Accelerator와 Community Retrofit NYC 프로그램의 역량을 3배로 늘릴 예정이다. 개인소유 건물의 에너지 효율 관련 계획을 통하여 뉴욕시내 약 100만 개의 기존 건물에 에너지 효율을 위한 개조가 이루어지도록 하는 것이 목표이다.

2) 도시 녹색 주택 보존 프로그램(City's Green Housing and Preservation Program)

NYC 주택 보존 개발부(HPD)가 운영하고 있는 프로그램으로 시민이 에너지 효율 향상을 위한 자금을 저이자 또는 무이자로 대출할 수 있게 지원해준다. Community Retrofit NYC는 건물 소유주가 도시 녹색 주택 보존 프로그램 및 기타 재정 자원과 연결되도록 돕는다.

3.2.3. 시 소유 건물

시립 건물은 포트폴리오 기반 접근(portfolio-based approach)으로 시정부 운영의 현대화 및 에너지 효율을 높일 것이며 이는 시 운영부문의 재정을 줄여 도시 재정 상태를 향상시킬 것이다. 뉴욕시는 2015년, 시립 건물 효율화 사업을 위해 27억 달러의 예산을 확보했다. 시립 건물은 2030년까지 건물에서 배출하는 온실가스의 절반을 감축할 예정이다.

3.2.4. 지속가능한 옥상 구역 의무화[34)]

뉴욕시는 건축법 개정을 통해 신축 또는 대규모 수리 중인 건물에 지속가능한 옥상 구역(sustainable roofing zone)을 의무화하였다. 지속가능한 옥상 구역에는 태양광 발전설비를 설치하거나 옥상녹화가 이루어져야한다. 옥상의 단위를 ① 18.5m² 이하 또는 ② 9.2m² 이하의 면적이지만 5층 이하의 거주 건물(Group R)로 나누어 각 단위당 4㎾ 이상의 태양광 발전기가 설치되어야 한다. 반사율을 고려하여 지붕 경사가 2/12 이하일 경우에는 최소 옥상녹화가 진행되어야 한다. 50㎾ 이상 용량의 재생에너지[35)] 발전설비를 건물에 설치하는 경우는 대체에너지 프로젝트(alternative

34) 기후동원법 일부: 2019년 지역법 92, 93, 94와 결의안 66.

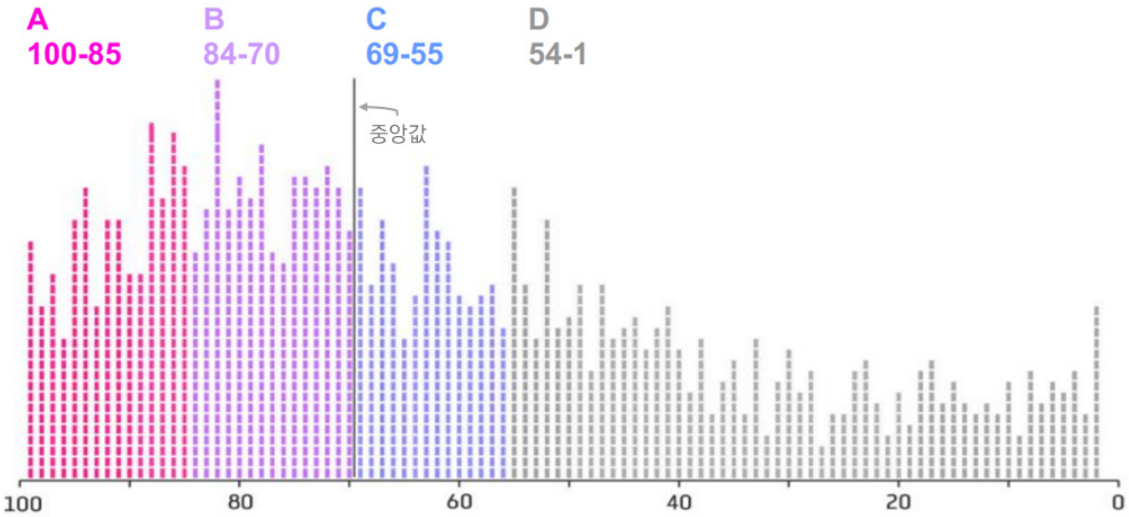
energy project)로 정의된다.

이 법은 5년 동안 ① 입주자의 소득에 따라 입주 또는 초기 입주가 제한되는 거주 건물, ② 뉴욕시 행정법 27-2153조에 따라 대체 집행 프로그램(AEP)이 적용되는 건물, ③ 주택보존개발부 소유의 건물에 적용되며, 이후에는 모든 건물에 적용된다. 주택보존개발부(HPD)는 4년 내 이 법의 경제적 수용성을 연구하여 비용효과적인 경로를 권고하고 적용기준을 조정할 계획이다.

대체에너지실(Office of Alternative Energy)에서는 옥상 녹화[36](green roofs)에 필요한 자원과 사용되는 재료와 관련된 정보를 홈페이지에 업로드할 계획이다(Local law 93, 2019). 미국 환경보호국(EPA)은 옥상녹화 비용을 1ft²당 25달러로 추산하였다. 높은 비용을 보조하기 위하여 뉴욕주는 옥상녹화 1ft²당 5.23달러의 부동산세 경감을 지원하고 있다. 반면, 뉴욕시는 비용 대비 세금감면이 부족하다는 것을 강조하며 부당산세 감면을 1ft²당 15달러까지 증액하는 법안이 통과될 수 있도록 결의안을 채택했다.

3.2.5. 에너지 평가제도 조정

에너지 평가제도 조정(Adjusting Energy Grading Scale)을 통해 2020년 10월부터 25,000ft²보다 큰 건물에는 에너지 벤치마킹 도구를 통해 평가된 효율 점수를 기준으로 에너지 효율 등급이 발행 및 게시된다. 이사회 의원인 앤드류 코헨(Andrew Cohen)은 2018년 지역법 33의 평가 척도가 건물 효율성을 정확히 반영하지 않아 건물의 진정한 효율성에 의미를 오해하게 만든다고 우려하였다. 이에 2019년 기후동원법의 통과로 지역법 33이 더 엄격한 에너지 효율 등급으로 개정되었다. 〈그림 27〉과 같이 각 점수별로 뉴욕시의 건물들의 효율 등급이 A, B, C, D로 발행된다.



자료: NYC MOS(2019b)

〈그림 27〉 에너지 효율 등급에 따른 뉴욕시 건물 분포

35) 미국 법 제 26편 제 45조에 제시되어 있는 정의 또는 시장이 지정한 위원 또는 다른 기관의 장이 재생가능하다고 판단한 에너지

36) 뉴욕시건축규정(New york city building code) 1502.1에 따르면 옥상 녹화는 생육배지, 가공토, 여과포, 내장배수 시스템 등이 결합된 지붕 조합물과 추가적인 경관시설물 또는 152mm 이하의 초목으로 덮인 지붕 덮개를 뜻함

3.2.6. 자산평가 청정에너지 프로그램

PACE(Property Assessed Clean Energy, 자산평가 청정에너지 프로그램)는 건물 소유자가 재생가능에너지 시스템 설치나 에너지 효율을 개선하고자 할 때 자금을 제공하는 프로그램이다. 자금 조달 방식은 토지담보금융지구(land-secured financing) 메커니즘을 바탕으로 한다. PACE 프로그램을 통해 자산 소유자는 에너지 비용을 선불로 지원받거나 수익 채권 등으로 자산을 위한 지원을 받은 뒤, 정해진 시간에 걸쳐 자산 평가를 통해 최대 20년 동안 개선 비용을 상환하면 된다. 비용은 소유자의 재산세 청구서로 추가되어 지불 된다. 최근 PACE 금융모델은 더욱 확장되어 자산 소유자가 큰 금액의 선 자금이 필요하지 않게 되었다. PACE는 주거용 자산을 위한 과정인 R-PACE와 상업용 자산을 위한 과정인 C-PACE로 구성된다.

C-PACE

상업용 PACE 프로그램은 여러 주, 지역 및 지방 정부에 존재한다. 프로그램은 조직 수준, 금융 구조, 적격 규준(negligible measures) 등에 걸쳐서 다양한 내용을 포함하고 있다. 35개가 넘는 주와 컬럼비아 특별구에 C-PACE 입법을 제정하고 있으며, 8억 달러 이상이 프로젝트에 지원되었다.

R-PACE

주거용 PACE 프로그램은 주택 소유자가 에너지 효율 향상 및 재생가능에너지 및 기타 주택 개조를 위한 자금을 사적 자본처를 통해 조달 받을 수 있도록 한다. PACE 프로그램은 일반적으로 주 법률을 통해 가능하며 지방 정부 차원에서 승인된다. 지자체는 R-PACE 프로그램을 직접 관리하거나 하나 이상의 PACE 제공 업체와의 공공-민간 파트너십을 통해 관리 할 수 있다. 2019년 현재 20만 명 이상의 주택 소유자가 PACE 파이낸싱을 통해 50억 달러의 에너지 효율성 및 기타 주택 개선을 이루어 냈다.

일반적인 주택 개선 프로젝트에는 다음의 항목이 포함된다. 난방 및 냉방 시스템과 온수 히터의 교체; 공기 밀봉 및 단열; 에너지 스타 문, 창문, 지붕; ENERGY STAR 기기; 태양 광 발전 시스템; 물 절약 및 복원력 측정(예: 지진 개장 및 바람 위험 보호)

3.2.7. 뉴욕 탄소 챌린지

뉴욕 탄소 챌린지(The NYC Carbon Challenge)는 법적으로 요구하는 이상의 온실가스를 자발적으로 감축하는 민간 기간과 공공 기관 및 비영리 부문 이니셔티브다. 2007년 18개의 대학들의 선언으로 시작되었다. 현재는 대학을 넘어 병원, 상업적 건물, 임대 건물, 다가구 건물, 호텔과 소매 유통업까지 100개가 넘는 기관이 참여하고 있다. 21개의 참가기관이 이미 온실가스 배출량 30%를 감축했으며 19개의 대학, 병원 및 상업용 사무소가 2025년까지 50% 감축하기로 목표치를 상향 조정하였다. 탄소 챌린지를 통해 약 1.5백만톤CO_2e의 온실가스 배출량과 7억 달러의 에너지 비용이 절감될 것으로 추산된다. 지속가능사무소는 부문별로 탄소챌린지 감축 전략을 핸드북을 제작하여 온라인으로 제공하고 있다.

3.3. 수송부문

수송으로 인한 온실가스 배출은 뉴욕시 온실가스 배출량의 약 30%를 차지하며, 특히 이 중 90%가 자가용으로부터 배출된다. 가격 인하 등의 지원을 통해, 자가용 운전자들이 전기자동차를 사용하도록 독려한다면 뉴욕시의 온실가스 배출량을 크게 줄일 수 있다.

뉴욕시의 수송부문 에너지 세부 사업의 주요 내용은 승용차 대신 지속가능한 운송수단 이용을 권장하고 차량은 지속적으로 감축하며, 전기자동차 충전 인프라 구축 등을 통하여 전기자동차를 지원하는 것이다. 구체적으로 청정 차량 계획(CLEAN FLEET PLAN), 도시 차량의 수와 크기 감소, 전기자동차 충전 인프라 네트워크 개발, 주차장 요건 강화, 녹색 적재 구역(Green Loading Zones) 설정이 있다.

3.3.1. 청정 차량 계획

뉴욕시 청정 차량 계획(Clean Fleet Plan)은 2015년 12월에 수립되었으며 조기 목적 달성으로 인하여 2019년 목표가 향상되었다. 뉴욕시는 2025년까지 최소 4,000개의 전기 자동차를 운영하고 도시가 운용하는 차량에서 배출되는 온실가스 배출량을 50% 줄여 미국에서 가장 지속가능한 차량 시스템을 구현할 계획이다.

뉴욕시는 카트, 지게차, 간판등을 포함한 총 630대의 전기 및 태양광 도상 밖(off-road) 장비를 운영하고 있으며, 태양열 차고를 포함하여 422대 이상의 차량용 전기충전 장비를 운영하고 있다. 여러 방면에서 청정 차량 계획(Clean Fleet Initiative)를 달성하기 위해 다양한 노력이 이루어질 것이며 최첨단 기술의 활용 또한 기대된다.

뉴욕시 행정서비스국은 정부 기관의 모든 차량과 연료를 조달하고 깨끗한 대체 연료를 도입하여 차량 배출량을 줄이며 차량 효율성을 높이는 계획을 관리한다. 행정서비스국과 지속가능사무소(MOS)는 2년마다 행정명령 이행에 대한 업데이트를 포함한 보고서를 발행한다. 첫 번째 보고서는 2020년 1월 1일까지 발행할 계획이다.

3.3.2. 도시 차량의 수, 크기 및 배출량 감소

공공차량 1,000대 제거, 연간 주행 거리 천만 마일 감소로 교통체증 및 공용 차량 주차 수요 감소를 목표로 한다. 2019년 6월 30일까지 행정서비스국은 장기 임대 차량을 포함한 모든 도시 내 차량에 대해 텔레매틱스, 매핑을 분석하고 구현할 것이다. 2021년 6월 30일까지는 기존에 있는 도상 차량(on-road) 최소 1,000대 감소를 목표한다.

차량 종류는 배출 및 비용에 중대한 영향을 미친다. 행정서비스국과 예산관리국(OMB)은 스포츠용 차량(SUV)의 현안을 검토하여 2021년 6월 30일까지 최소 250대의 뉴욕시의 SUV를 플러그인 전기형 세단으로 축소할 것이다. 도시 차량의 수와 크기를 감소시킴으로 차량 효율을 개선하여 배기가스 배출을 감소시킬 수 있다.

대리점 운영을 위해 필요한 사찰, 현장 건설, 프로젝트 관리, 비상 대응, 주차 문제 등의 상황에서 직원이 도시 차량으로 통근하는 것을 허용한다. 다만, 통근에 사용되는 비용과 배출은 운영상 필수적이고 불가피한 것을 두고 최소화해야 하며 비상 대응으로 통근하는 직원은 차량 사용이 불가피하다는 정기적인 비상 상황을 증명해야 한다. 행정서비스국과 예산관리국(OMB)은 실제 통근 형태를 검토하여 2021년 6월 30일까지 최소 500명의 정식 통근자를 줄일 예정이다.

3.3.3. 전기자동차 충전 인프라 네트워크 개발

전기자동차 이용을 장려하기 위해 교통국(DOT) 및 뉴욕시 지속가능성 사무소(MOS)는 공공 및 민간부문과 협력하여, 5개의 자치구에 걸쳐 전기차 공용 충전 네트워크를 확장할 것이다. 2018년에는 충전 시간이 30분인 고속 충전소를 각 자치구당 최소 1개 이상 설치하는 것이 목표이었지만 현재 뉴욕시는 최소 천만 달러를 투자하여 2020년까지 시 소유의 부동산에 50개의 고속충전소를 설치를 목표로 하고 있다. 또한, Con Edison과 파트너십을 맺어 차도 가장자리에 충전 시간이 4-6시간인 2단계 충전소를 120개를 설치하여 시범으로 운영할 예정이다. 2025년까지는 뉴욕시의 모든 경차 판매량 중 전기차 판매 비중 20% 확보를 목표로 한다.

자료: NYC DCAS 홈페이지

〈그림 28〉 뉴욕시 전기차 충전 네트워크 (2019.09.11.)

3.3.4. 주차장 요건 강화

전기 자동차의 이용을 지원하기 위해 시의회와 협력하여 주차장 요건을 강화하는 법안을 통과시킬 것이다. 법안의 내용은 현재 20%인 도관 가용성을 새로 짓는 주차장은 40%로 늘리고 전기차 충전기 설치는 20% 설치 의무화로 변경하는 것이다.

3.3.5. 녹색 적재 구역 설정

뉴욕시는 차량에서 나오는 배출 가스를 줄이기 위하여 뉴욕시 지속가능성 사무소(MOS), 뉴욕시 경찰(NYPD), 뉴욕주 자동차부서(DMV) 및 화물 산업과의 협력과 교통국 DOT을 통하여 일부 지역에 녹색 적재 구역(Green Loading Zones)을 설정할 것이다. 녹색 적재구역은 공해물질을 내뿜지 않는 자동차(ZEVs, zero-emission vehicles)가 물건을 싣거나 내릴 수 있도록 지정한 구역이다.

4. 맺는 말

뉴욕시는 2008년을 기점으로 기후변화 대응 정책을 도시계획에 반영하며 에너지전환을 선도해왔다. 더 나아가 2019년에는 그린뉴딜을 선언하며 에너지전환을 기후 위기에 대응하는 수단을 넘어 일자리를 창출하고 경제적 불평등을 줄이는 기회로 바라보고 있다. 뉴욕시의 2050년까지 100% 청정전력 공급 및 탄소 중립도시를 달성하겠다는 야심찬 목표는 뉴욕주의 목표들과 국제기후변화협약에 따른 1.5도씨 지구 온도 제한 목표를 도시 차원에서 적용한 것이다.

뉴욕시는 부문별 및 주체별 온실가스 감축 목표를 세우고 모니터링 결과와 시나리오 분석을 전략에 꾸준히 반영하고 있다. 주체별로는 시정부와 민간 차원으로 나누어 사업이 용이한 시정부가 우선 탄소 중립에 도달하도록 하며,부문별로는 건물부문에서의 감축을 가장 주력하고 있다. 건물부문이 온실가스 배출 비중도 높고 도시 차원에서 주도적으로 감축할 수 있기 때문이다. 기후동원법의 제정으로 건물부문의 온실가스 배출량 및 건물의 에너지 효율 수준을 적극 규제하고, 에너지 효율화 사업을 재정과 기술면에서 지원하고 있다. 수송부문은 높은 인구밀도를 중심으로 대중교통 사용을 촉진하고, 청정 연료사용과 전기자동차 인프라 확대 사업을 진행하고 있다.

에너지 공급부문에서 뉴욕시는 뉴욕주에 의존적인 모습을 보인다. 재생에너지의 대부분을 뉴욕시가 아닌 뉴욕주와 타 지역으로부터 공급받아야 하는 상황이므로 안정적인 송전 계통망 및 에너지 저장장치 확보가 중요한 과제다. 도시 내에서는 여러 민간 기업, 대학과 파트너십을 구축하여 국내외 기업들의 최신 기술들을 도입함으로써 옥상 태양광 발전을 확대하고 기존의 발전소 효율을 높일 계획이다. 도시 밖으로는 행정부와 주정부가 에너지전환을 더 적극적으로 진행하도록 결의안을 작성하고, 화석연료에서 재생에너지 분야로 투자 연기금을 전환하고자 한다.

참고문헌

〈보고서〉

- E2(2018). Clean Jobs Cities: 1.8 Million Employed in America's Top 50 Clean Job Metros.
- E2(2019). Clean Jobs New York: 148,453 Clean Energy Jobs Across New York
- Energy NYC(2016). Solar 100: New York City's Municipal Solar Strategy
- MOS & ORR(2018), Public Policy Transmission Needs Proposal
- NASEO(2018). 2018 U.S. Energy and Employment Report
- NYBC(2017). Electricity Outlook: Powering New York City's Future
- NYC MOS(2016). New York City's Roadmap to 80 X 50
- NYC MOS(2017). 1.5℃ Aligning New York City with the Paris Climate Agreement
- NYC MOS(2018a). OneNYC 2018 progress report
- NYC MOS(2019a). OneNYC 2050: Building A Strong and Fair City
- NYISO(2019). Load & Capacity Data 2019

〈기사 & 프레젠테이션〉

- Amarnath, K. et al. (2019). Bill de Blasio's energy plan isn't as green as it looks https://www.theguardian.com/commentisfree/2019/may/20/bill-de-blasio-energy-plan-green
- IEEFA(2019). New York awards contracts for 1,700㎿ of offshore wind http://ieefa.org/new-york-awards-contracts-for-1700㎿-of-offshore-wind/
- NYC DCAS(2019). NYC Fleet EV Charging Network as of 9/11/19 https://www1.nyc.gov/assets/dcas/downloads/pdf/fleet/electric-vehicle-charging-stations-map.pdf
- NYC MOS(2019b). The Climate Mobilization Act presentation https://be-exchange.org/wp-content/uploads/2019/05/CMA_05222019_Full_BEEX event.pdf
- NYC MOS(2018b). City of New York: Public Policy Transmission Needs Proposal https://www.nyiso.com/documents/20142/3746071/a_NYISO_PPTN_NYC_Nov2018.pdf/3c556c15-bb18-cf3d-551a-e3ae161a76c0

- Seneviratne, I. (2019). Québec Hydropower for New York's Clean Energy? https://www.energycentral.com/c/cp/qu%C3%A9bec-hydropower-new-yorks-clean-energy
- US Population 2019.(2019). Population of New York City 2019. https://uspopulation2019.com/population-of-new-york-city-2019.html
- Werner, W. (2015). PlaNYC Expands to OneNYC https://urbanfabrick.com/2015/04/29/planyc-expands-to-onenyc/
- 이정찬(2019). 뉴욕시의 그린 뉴딜 정책과 OneNYC 2050

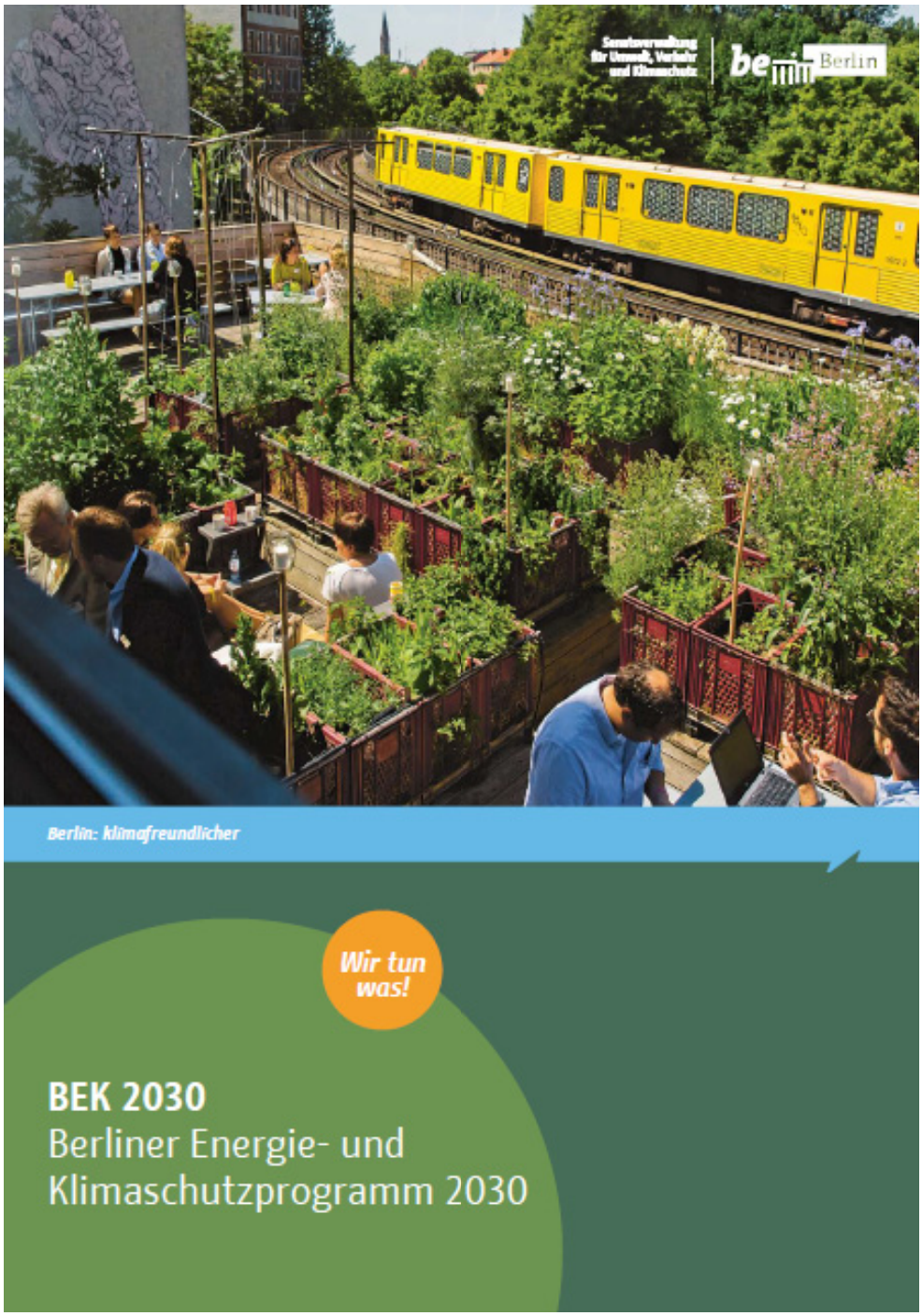
〈웹페이지〉

- NY Solar MAP, https://nysolarmap.com/
- NYC DCAS, https://www1.nyc.gov/site/dcas/index.page (접속일자: 2019년 9월 11일)
- OneNYC 2050, http://onenyc.cityofnewyork.us/
- Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions, https://nyc-ghg-inventory.cusp.nyu.edu/

BERLIN, GERMANY

Berlin Energy and Climate Protection Programme 2030(BEK 2030)

베를린 에너지 및 기후보호 프로그램 2030



https://www.berlin.de/senuvk/klimaschutz/bek_berlin/download/BEK-2030-Beschlussfassung.pdf

● 베를린시 요약 ●

비전

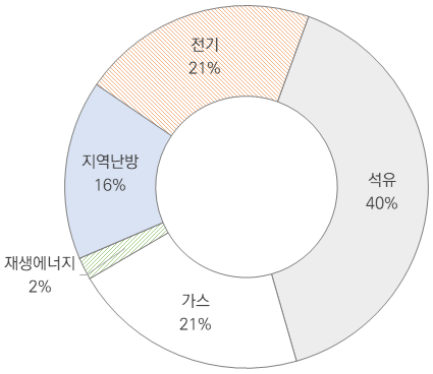
- 생동감 있고 건강한 녹색도시 구축
- 민간 기업과 연계한 기후변화 협의 발전

관련 지표 (1990년 대비)

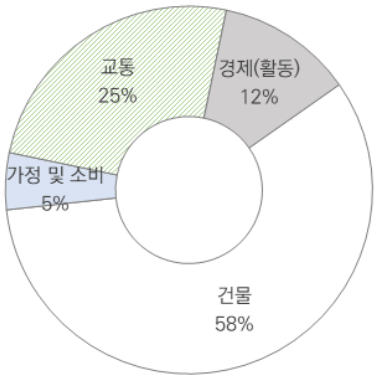
- CO_2 배출량 2020년까지 최소 40%, 2030년까지 최소 60%, 2050년까지 85% 감축
- 2050년까지 교통부문의 CO_2 배출량 69% 감축
- 2050년까지 건물부문의 CO_2 배출량 84% 감축
- 2030년까지 무연탄을 사용한 에너지 생산 종료

현황 (2015년)

- 1차에너지 소비량: 263,150TJ
  (상위 에너지원은 석유 36%, 가스 30%, 무연탄 15%)
- 최종에너지 소비량: 228,697TJ
  (석유 40%, 가스와 전기 각각 21%, 지역난방 16%)
- 1차에너지 소비 중 재생에너지 비율: 4%(10,511TJ)
  (바이오에너지가 91% 차지)
- 2012년 기준 CO_2 배출량의 23%는 교통부문에서, 49%는 건축부문에서 발생



최종 에너지원별 소비 비중



부문별 최종에너지소비 비중

BERLIN, GERMANY

Berlin Energy and Climate Protection Programme 2030(BEK 2030)

베를린 에너지 및 기후보호 프로그램 2030

목 차

1. 베를린 에너지 및 기후보호 프로그램 2030

1.1. 개요

1.2. 프로그램 준비 과정

2. 현황 및 목표

2.1. 비전 및 목표

2.2. 베를린시의 에너지 현황

3. 주요 사업

3.1. 에너지 공급

3.2. 건물 및 도시개발 부문

3.3. 교통부문

3.4. 경제부문

3.5. 기후변화 적응 대책

3.6. 교육 및 홍보

1. 베를린 에너지 및 기후보호 프로그램 2030

1.1. 개요

베를린은 유럽에서 가장 인구가 많은 도시, 독일의 수도이자 독일 최대인구밀도 도시 3곳 중 하나로 370만 명의 시민이 거주하고 있으며 도시 규모 및 인구 수 증가는 계속 상승세에 있다.

2016년 4월 6일 발효된 '베를린 에너지전환법'(EWG Bln)에는 기후중립목표를 달성하기 위한 구체적인 전략과 대책을 담은 '베를린 에너지 및 기후보호프로그램(BEK)'을 상원이 베를린시 하원에 제출해야한다고 규정하고 있다. 이에 따라 시 정부에 의해 개발되고 2017년 6월 20일 채택된 본 보고서 'BEK 2030'은 2021년까지의 이행 기간과 2030년까지의 발전목표를 가지고 약 100개의 기후변화 완화-적응 대책을 포함하고 있으며 2018년 1월 25일에 시 의회에 의해 채택되었다.

BEK의 최종보고서는 베를린 시민들의 참여와 생태경제연구소의 지휘 아래 전체 프로젝트가 개발되었다. 특히 BEK 보고서는 목표만이 아니라 기후중립 목표를 달성할 수 있는 행동 분야에서의 구체적인 대책을 제시하며 기후변화만이 아니라 사회적, 생태학적, 건축적인 문제들을 함께 고려하는 통합적인 전략을 중요시 여긴다.

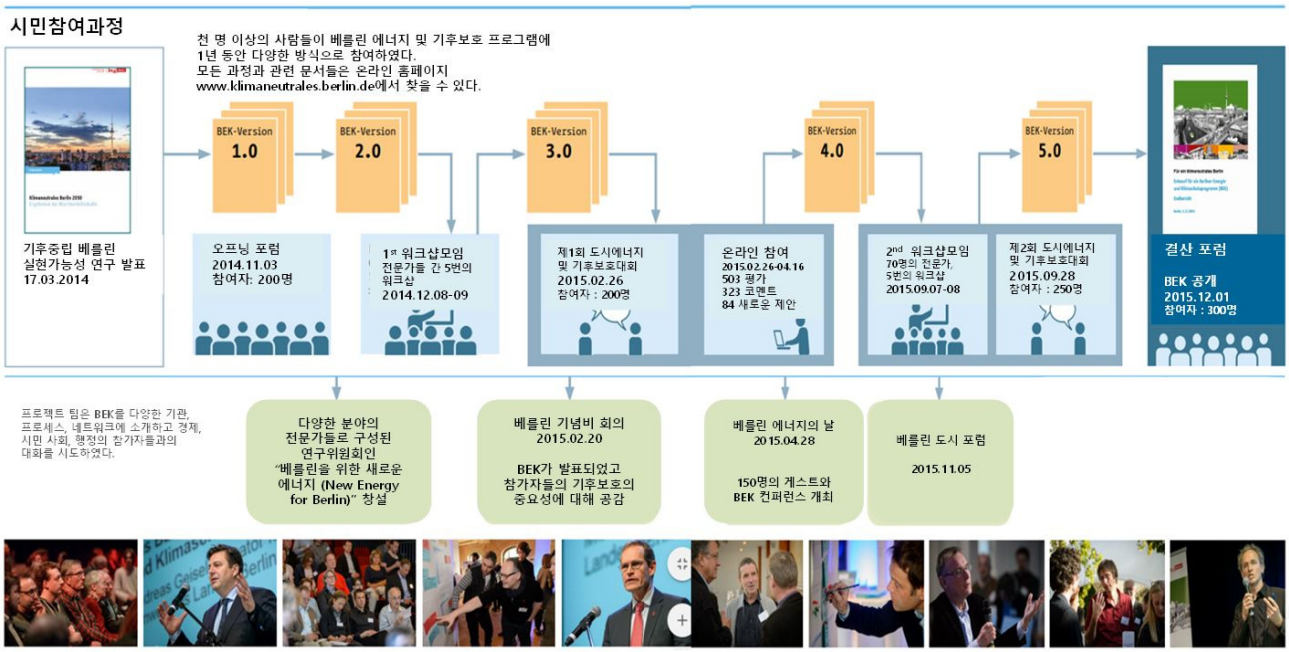
1.2. 프로그램 준비과정

BEK는 프로그램 준비 및 도출과정에서 다양한 방식으로 시민참여와 전문가와의 긴밀한 협의가 이루어졌다(그림 29). 먼저 2014년 4월에 완료한 '기후중립 베를린 2050' 실현가능성 연구'에 근거하여 행동대책들이 수립되었다. 2015년 2월 26일 '제1회 도시 에너지 및 기후보호대회'가 개최되었고 베를린 시정부(상원)는 해당 프로그램에 관련된 사회, 경제적 모든 이해당사자들을 초청하여 대책 논의의 시간을 가졌다.

'베를린 에너지 및 기후보호프로그램(BEK 2030)'을 만드는 전 과정에 걸쳐서 베를린 시민들은 '기후중립 베를린' 홈페이지와 베를린 시청 홈페이지를 통해서 프로그램의 준비과정 및 상태를 확인할 수 있었다. 2015년 2월 26일부터 4월 16일까지 베를린 에너지 및 기후보호프로그램에 대한 시민 온라인참여가 이루어졌고 제안된 정책들에 대해 323건의 의견과 503건의 평가가 이루어졌다.

2015년 9월 28일 베를린 상원은 BEK의 핵심과제 선정을 위해 '제2회 에너지 및 기후보호대회'를 주관하였고 토론그룹들은 정책들의 우선순위와 장애물, 그리고 이에 대한 해법을 논의하였다.

이와 같이 BEK 2030은 에너지, 기후변화 문제에 있어서 1) 다양한 이해당사자들 간의 대화, 2) 온라인 기반의 시민참여, 3) 목표 중심이 아닌 목표 달성을 위한 구체적인 행동 중심의 에너지프로그램을 도출하고자 하였다고 평가할 수 있다.



자료: SenUVK(2016)

〈그림 29〉 BEK 준비 및 도출과정에서의 시민참여

2. 현황 및 목표

2.1. 비전 및 목표

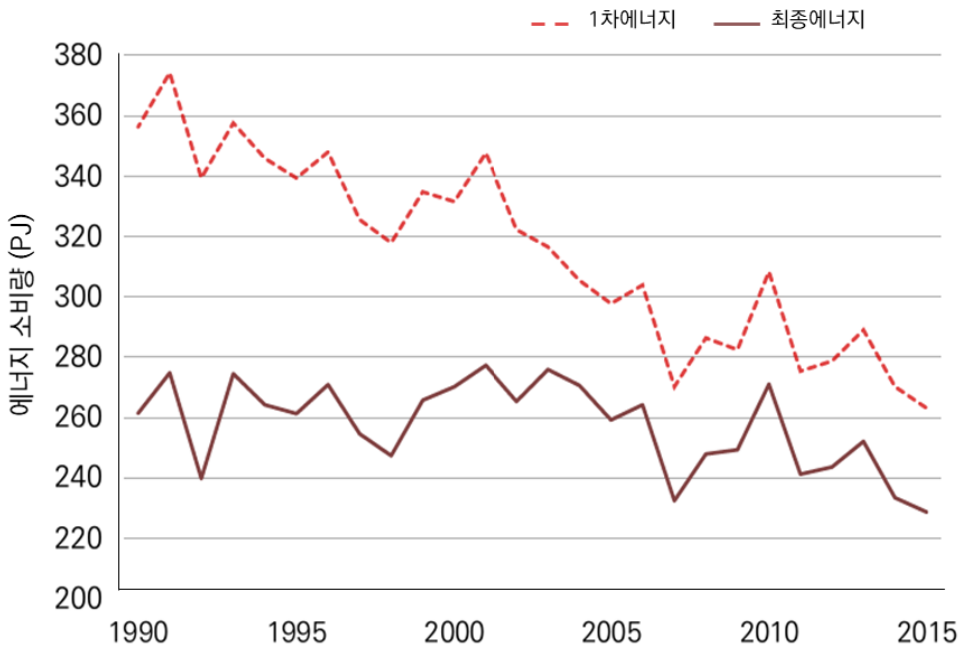
BEK에 나타나 있는 베를린 에너지 정책의 비전은 'FOR A CITY THAT IS LIVEABLE AND HEALTHY(생동감 있고 건강한 도시 구축)'이며 베를린 정부는 기후변화 협의 및 발전에 있어 민간 기업과의 연계를 확대할 예정이다.

BEK에는 CO_2 배출 관련 목표가 구체적으로 제시되어 있는데 베를린은 1990년도 기준으로 2020년까지 최소 40%, 2030년까지 최소 60%, 2050년까지 85%의 CO_2 감축을 목표로 하고 있다. 세부적으로는 2050년까지 교통부문의 CO_2 배출량을 1990년 대비 69% 감축, 같은 해 건물부문의 CO_2 배출량은 84% 감축하고자 한다. 또한 2030년까지 무연탄을 통한 베를린 내 에너지 생산을 종료할 예정이다.

2.2. 베를린시의 에너지 현황

2.2.1. 에너지소비 현황

베를린의 최종에너지 소비는 2010년 정점을 찍은 후 2013년을 제외하고는 전반적으로 감소 추세를 보인다. 2014년 최종에너지 소비량은 233,468TJ로 전년도에 비해 -7.4% 감소하였으며 2015년 최종에너지 소비량은 228,697TJ로 2014년과 비교했을 때 약 2% 감소하였다.



자료: 베를린 브란덴부르크 통계청(2019)

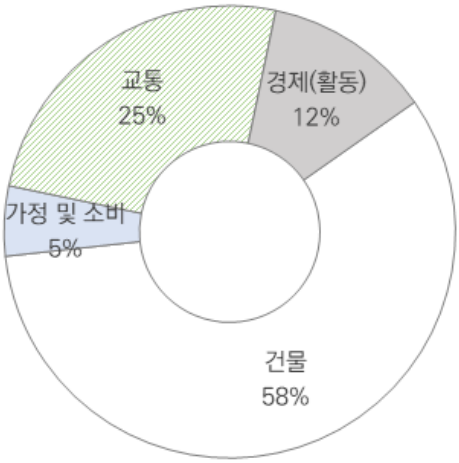
〈그림 30〉 베를린의 에너지소비 추이(1990년~2015년)

〈표 15〉 베를린의 1차/최종에너지 소비 연도별 현황

(단위: TJ)

	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1차에너지	356,208	331,518	308,384	275,415	278,784	288,983	270,250	263,153	270,500
최종에너지	261,434	270,183	270,981	241,218	243,593	252,085	233,468	228,697	235,895

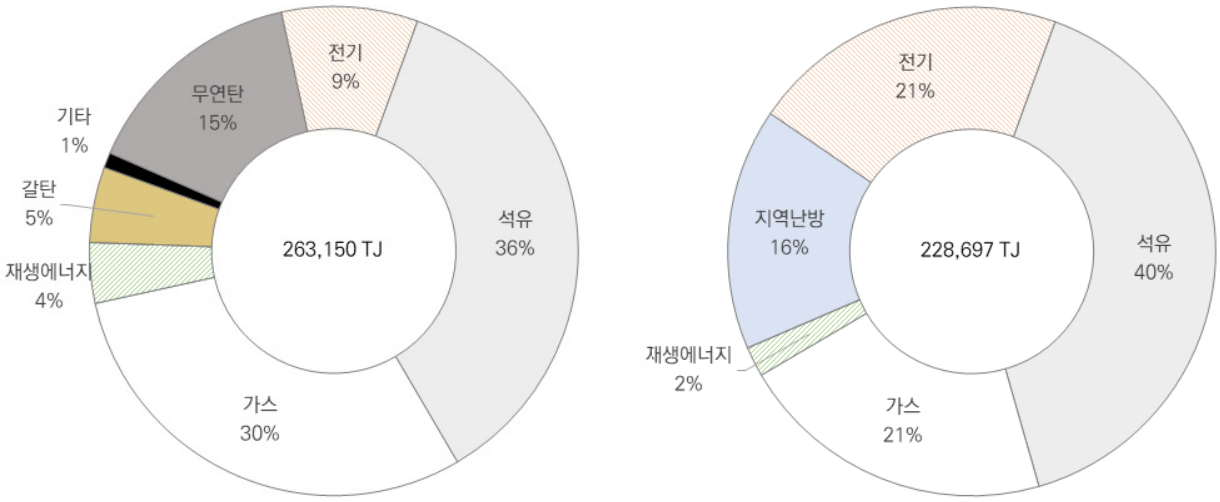
부문별로는 2012년 기준 건물이 58%로 최종에너지소비의 가장 많은 부분을 차지하며 그 다음으로 교통부문에서 25%, 경제부문에서 12%, 가정 및 소비부문에서 5%를 차지하고 있다.



자료: SenUVK(2019)

〈그림 36〉 부문별 최종에너지소비 비중

2.2.2. 에너지원별 에너지 소비 현황



자료: 베를린 브란덴부르크 통계청(2019)

〈그림 32〉 2015년 에너지원별 1차 및 최종에너지 소비량

에너지원별로 살펴보면 2015년의 1차에너지 소비는 석유 95,392TJ, 가스 79,418TJ, 세 번째로 무연탄이 39,810TJ로 각각 전체의 36%, 30%, 15%를 차지하고 있다. 이를 통해 베를린 1차에너지 총 소비량의 86%를 화석연료에 의존하고 있음을 알 수 있다. 2012년 1차에너지 소비 중 화석연료 비중은 약 90%였던 점으로 미루어 봤을 때 화석연료 의존이 크게 줄지 않은 것을 알수 있다. 2015년의 최종에너지소비에 있어서 석유와 가스는 각각 40%, 21%를 차지함으로써 가장 많은 부분을 차지하고 있다. 2015년 48,096TJ을 기록한 전기소비는 2010년 이후 지속적으로 감소 추세에 있는 반면 2015년 37,287TJ과 함께 전체 최종에너지소비의 16%를 차지하는 지역난방의 비율은 전년도에 비해 9.6% 성장하는 등 점차 증가하고 있다. 지역난방 분야의 성장은 앞으로 바이오가스 등을 활용한 지역 열난방시스템 등의 확대에 긍정적으로 작용할 것으로 보인다.

2.2.3. 재생에너지 현황[37)]

베를린의 1차에너지로써 재생에너지 소비는 2008년 이후 증가추세에 있다. 2015년 재생에너지 기반 1차에너지 소비량은 10,511TJ로 전체 1차에너지 소비에 있어 4%를 차지하며 이는 2008년 2.2%로부터 약 2배의 성장한 수치이다.

세부적으로 살펴보면 2016년을 기준으로 바이오에너지가 재생에너지 기반의 1차에너지 소비의 약 91%을 차지하고 있으며 그 뒤로 풍력 에너지, 태양광 에너지가 각각 0.6%, 0.1%를 차지하고 있다.

최종에너지 소비에 있어 재생에너지 소비는 2015년 3,714TJ로 전체 최종에너지소비의 1.6%를 차지한다. 2012년 크게 성장한 재생에너지는 2014년과 2015년 최종에너지소비에 있어서는 전년도에 비해 각 18.2%, 0.5%씩 감소했다.

37) 독일 재생에너지기구 홈페이지 베를린시 데이터(Landinfo) 자료 참고

〈표 16〉 베를린 1차에너지 소비 중 재생에너지 현황

	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
재생에너지 1차에너지소비량 (TJ)	2,251	2,455	9,484	9,168	10,118	10,675	10,208	10,511	10,795
1차에너지소비 중 재생에너지 비율 (%)	0.63	0.74	3.07	3.32	3.62	3.69	3.77	3,99	4.0

자료: 에너지밸런스 국가회의

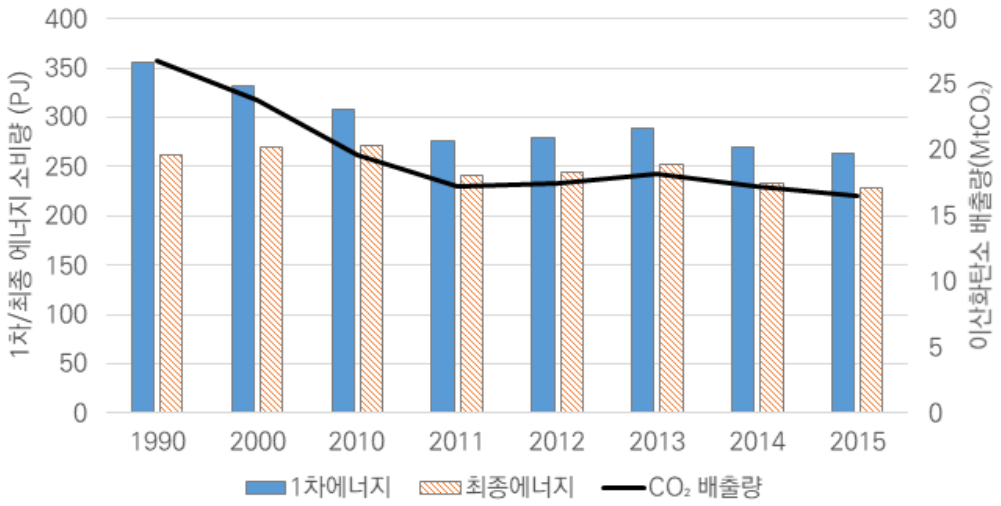
〈표 17〉 세부 재생에너지별 베를린 1차에너지소비량 (단위 : TJ)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
태양에너지	159	230	280	279	316	330	329
바이오에너지[38]	6,901	6,334	7,347	7,631	7,052	9,590	9,838
풍력	17	21	19	18	21	43	68

자료: 에너지밸런스 국가회의

2.2.4. 이산화탄소 배출량

2015년 베를린의 1차에너지 소비에 따른 CO_2 배출량은 1,650만톤CO_2로 독일 전체 CO_2 배출량의 2.2%를 차지하고 있다. 베를린의 CO_2 배출량 추이는 2011년에서 2013년 사이에 다소 증가하였지만 전반적으로 감소 추세를 보이고 있다. 2015년의 CO_2 배출량의 구성으로는 석유가 41.25%, 화석연료(무연탄, 갈탄)이 30.5%, 천연가스가 27%, 기타가 1.1%이다.



자료: 베를린 브란덴부르크 통계청(2019)

〈그림 33〉 베를린 1차/최종에너지 소비량 및 CO_2 배출량 추이

38) 고체 및 액체바이오매스 폐기물 바이오가스 포함

3. 주요 사업

3.1. 에너지 공급

3.1.1. 전반적인 정책

베를린 온실가스 배출량의 약 39%는 에너지 생산분야로부터 기인하며 2015년 기준 베를린은 에너지공급에 있어 약 86% 정도를 화석연료(무연탄, 석유, 가스)에 의존하고 있다. 베를린 도시규모와 인구규모가 해마다 증가하고 있는 상황에서 베를린은 증가한 에너지수요와 더불어 CO_2 배출량을 2030년까지 최소 60%, 2050년까지 최소 85% 감축 목표를 달성해야 한다.

한편 2015년 기준 베를린의 재생에너지 비율은 1차에너지 소비에서 약 4%, 최종에너지 소비에서는 약 1.6% 정도를 차지하고 있다. 베를린은 재생에너지 비율을 높이고자 노력하고 있지만 베를린의 도시 특성상 수력과 풍력발전의 확대는 쉽지 않은 여건이기 때문에 태양광 발전 확대와 에너지효율성 극대화를 앞으로의 에너지 정책의 핵심이다.

에너지공급 분야에 있어 베를린시는 3개의 중심 목표를 가지고 있는데 ①석탄과 석유를 포함하는 화석연료 사용 줄이기, ②재생에너지와 열병합 발전 확대, ③절약과 전력효율 증대를 통해 전반적인 에너지 소비 절감이다. 특히 다수의 에너지전문가들로 이루어진 '베를린을 위한 새로운 에너지(New Energy for Berlin)' 위원회는 이산화탄소 배출 목표치를 달성하기 위해서는 2030년까지 무연탄 사용을 중단해야 함을 연구결과로 도출하였다.

3.1.2. 태양광 발전

(1) 마스터플랜 솔라시티(Masterplan Solarcity)

마스터플랜 솔라시티는 2018년 11월부터 2019년 07월까지 에너지, 경제, 태양광 산업 관련 전문가들의 6번의 심층토론회(협의회)를 거친 후 개발되었다. 마스터플랜 솔라시티의 주 내용은 2030년까지 베를린 시정부 소유 건물의 적절한 지붕공간에 태양광설비를 설치하는 것으로 프라운호퍼 연구소의 기술지원 및 자문을 받는다. 현재 베를린 내 가정 태양광 설비로부터 발생하는 녹색전기를 공급하고 있는 베를린 시민발전소(Berlin Stadtwerke)는 이 프로젝트 실현에 있어서 중요한 파트너이다.

(2) 솔라센터(SolarZentrum)[39]

베를린시는 시의 태양에너지정책과 사업에 대한 시민 및 기업의 이해도를 높이고 태양광 산업 육성에 있어서 다양한 이해관계자들을 포함시키기 위해 태양광 시설 관련한 홍보, 카운슬링 등을 담당하

39) SolarZentrum Berlin 홈페이지

는 태양에너지센터를 설립하였다. 솔라센터는 마스터플랜 솔라시티의 세부 프로젝트 중 하나로써 2019년 5월 8일에 개소하였다.

〈그림 34〉 솔라센터(SolarZentrum) 베를린

(3) 옥상 에너지(Rooftop Energy)

베를린 주민의 약 85%가 임대주택에 살고 있기 때문에 이들 또한 에너지전환에 적극적으로 참여할 수 있는 기회를 창출하기 위하여 BEK 2030은 세입자 전기(Tenant Electricity)를 지원한다. 프로젝트 '세입자 전기'는 지붕에 설치된 태양광설비나 지하에 있는 열병합 발전 장치를 통해 현장에서 전기를 발생시켜 주거용 건물의 전력망에 직접 공급한다는 것을 의미한다. 이 때 여분의 에너지는 도시의 전력망으로 공급된다.

3.1.3. 열병합 발전(CHP)

타 도시들보다 열병합 발전의 비중이 높은 베를린은 향후에도 열병합 발전에 대한 확대를 지향하고 있다. 이를 위해 베를린시는 기존의 난방 그리드의 통합, 확장 및 재구성을 하고자 한다. 또한 효율적인 열에너지 사용을 위해 에너지생산뿐만 아니라 열 저장 시스템 및 스마트 열 회수 등에 대해서도 관심을 가지고 있다. 특히 지역난방망에서의 열 저장 시스템에 대해서는 장기 파일럿 프로젝트를 개발 중에 있으며 난방 네트워크에서 스마트 열 회수에 있어서도 시범 프로젝트를 발굴에 노력을 기울이고 있다. 열 저장에 있어 건물은 내부 발전소 운영을 통해 분산형 열 저장장치로 사용될 수 있으며 이는 열병합 발전에 있어 열 손실에 보다 유연하게 적용할 수 있을 것으로 보인다.

3.1.4. 바이오 발전

베를린의 에너지 구조, 특히 지역난방에 있어 가스는 중요한 위치에 있다. 2015년 베를린의 지역난방 연료사용에 천연가스 16,625TJ이 사용되어 전체 에너지원 중 39.6%를 차지하였다. 무연탄 22%, 갈탄 17.%, 재생에너지원 10.4%에 비해 상대적으로 높은 비율이다. 천연가스는 비록 화석연료에 속하긴 하지만 무연탄, 갈탄, 석유보다 온실가스 배출량이 적다는 점에서 에너지전환에 있어 브릿지(bridge) 에너지원으로서 평가되고 있다.

폐기물자원에 대한 적절한 운용을 통해 베를린시는 바이오가스 등의 바이오에너지 사용을 확대하고

천연가스 사용량을 점차 대체하는 비전을 가지고 있다. 이를 위해 베를린시는 시 정부 자체적으로 바이오 에너지 사용에 앞장서고 있다. 예를 들어 베를린 공공폐기물관리청은 2017년 7만6000t의 유기폐기물을 재활용해 발효시설에서 6만9000t을 바이오가스로 전환해 BSR(베를린 도시청소회사)의 차량을 연료로 사용하였으며 이 때의 발효잔여물들은 농업비료로 재사용되었다. 또한 베를린시는 폐수열의 잠재성에 관심을 갖고 이에 대한 연구와 프로젝트를 향후 지원하고자 한다.

3.1.5 풍력 발전

풍력에너지와 태양광 에너지는 서로 보완관계에 있는 자연 에너지원임에도 불구하고 베를린에 설치된 대형풍력터빈(GWEA)과 소형풍력터빈(kWEA)은 소수만 운영되고 있다. 본 보고서에서 다른 재생에너지원에 비해 풍력발전에 대해서는 많은 전략들이 제시되어있지는 않았으나 베를린시는 '베를린 풍력 에너지 실현가능성 연구'를 통해 향후의 풍력 에너지의 잠재성을 평가하고 이를 통해 2030년까지 재생에너지 확대 가능성을 높이고자 한다.

3.1.6 에너지 저장 및 스마트 그리드

재생에너지 확대와 별개로 태양광 에너지와 풍력 에너지에서 잉여전력이 발생했을 경우에 이를 저장해야만 전체적인 에너지효율성을 높일 수 있다. 특히 기상 의존적인 재생에너지원을 통한 전력공급은 반드시 지능형 전력 및 열 저장 시스템과 연결되어야만 안정적이고 유연한 전력 공급이 가능해진다. 베를린은 향후 에너지저장기술과 스마트 그리드 서비스를 개발하고 분권형 에너지생산구조 강화를 위한 연구들을 수행하고 이를 위해 2021년까지 BEK 2030의 범위 내에서 약 9400만 유로를 지출할 계획을 가지고 있다.

3.2. 건물 및 도시개발 부문

BEK 2030 내의 계산에 따르면 건물과 도시개발 부문은 베를린 내 에너지 절약에 있어 가장 잠재력이 큰 분야다. 2012년을 기준으로 건물 및 도시개발 부문은 에너지 소비량의 59%를 차지하며 CO_2 배출량의 약 49%는 건물로부터 발생하였다. 베를린시는 2050년까지 건물에서 발생하는 CO_2 배출량을 1990년 기준 84% 감축을 목표로 하고 있으며 이를 위해 다양한 정책과 파일럿 프로젝트들을 개발 중에 있다.

3.2.1. 건물부문

(1) 주거

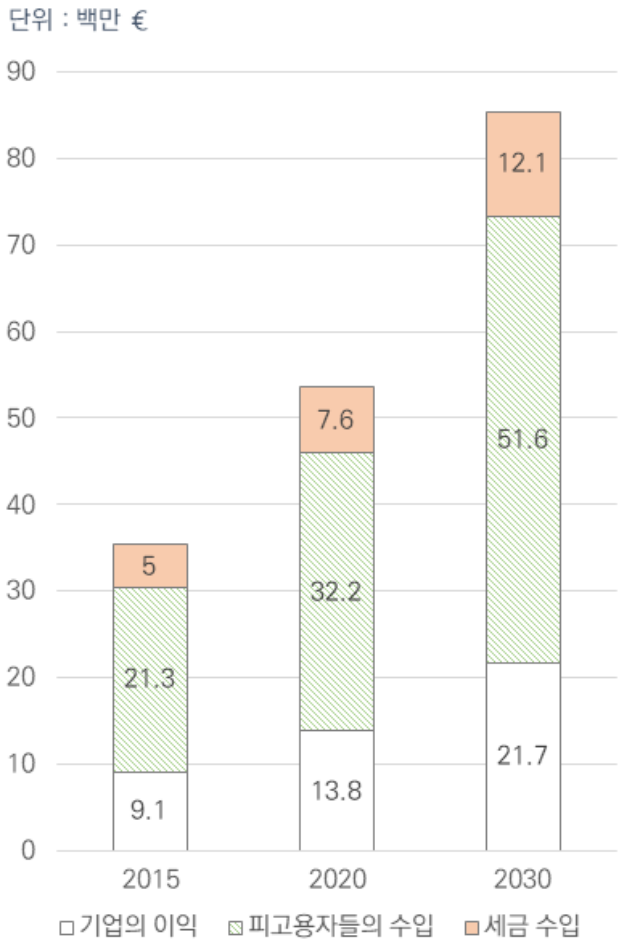
베를린 내 주거용 건물은 건물부문 온실가스 배출량의 60% 가량을 차지하며 비 주거용 건물은 약 30%, 산업용 건물은 6% 정도를 차지하고 있다. 베를린시는 2010년의 기존 건물을 기준으로 하여

2050년까지 에너지효율개선을 위한 주택 개조 비율을 2%로 제고하고자 한다. 베를린시 소유의 건물들이 선도적으로 먼저 효율화를 진행하지만 역사적 의미를 지닌 오래된 건축물의 경우에는 제외된다. 주택 개조를 통한 에너지 효율 향상에 있어서는 베를린뿐만 아니라 독일 전역에 걸쳐 건축물의 구조적 상태와 열 소비량에 대한 자료가 아직 불충분하기 때문에 추가적인 연구가 요구된다.

이러한 주택개조는 에너지의 관점에서뿐만 아니라 일자리 및 경제적 부가가치 창출에 있어서도 긍정적인 영향을 가진다. IOW(생태경제연구소)의 '기후중립 베를린 2050' 연구에 따르면 에너지효율을 위한 건물 개조 프로그램 시행만으로도 2020년에는 약 5천2백만 유로, 2030년에는 거의 9천만 유로 이상의 부가가치를 창출할 수 있다. 〈그림 35〉와 같이 이 중 12.1백만 유로는 기업이 얻은 21.7백만 유로의 부가가치로부터 창출되는 세금수입이 될 것이고, 51.6백만 유로는 프로그램 내 고용을 통한 수입이 될 것으로 예상된다. 또한 2030년에 기술직 분야를 중심으로 720개 기업에서 총 3,100개의 새로운 정규직 일자리가 창출될 것으로 예측된다.

(2) 상업

도시계획 정책 중 하나인 '그린 모아빗 프로젝트(Green Moabit Project)' 일환의 하나로 상업 시설들이 밀집되어있는 모아빗 자치구는 CO_2의 82%가 상업시설에서 배출되는 지역이다. 베를린시는 기업들이 모일 수 있는 '그린 모아빗 회의'를 정기적으로 개최하여 기업의 효율적인 에너지 사용방안에 대해 논의하는 시간을 가진다.



자료: SenUVK(2019)

〈그림 35〉 고효율에너지 건물개조를 통한 예상 부가가치효과

3.2.2. 도시계획 부문

그린 모아빗 프로젝트(Green Moabit Project)

베를린의 도시개발계획은 베를린 서부의 자치구 모아빗에서 실시된 '그린 모아빗 프로젝트'를 기반으로 한다. 이 프로젝트는 마을에 환경 친화적 시설을 도입하여, 자원의 효율적 활용과 CO_2 감축을 목표로 하며 대표적으로 지역난방 네트워크 구축을 예로 들 수 있다.

3.3. 교통부문

교통부문의 최종에너지 소비량은 2015년 71,865TJ이며 이는 베를린시 최종에너지 소비량의 31.4%를 차지한다. 또한 CO_2는 2015년 4,844만톤이 배출되었고 전체 CO_2 배출량의 약 30%에 해당한다.

1990년 이후 수많은 교통수단을 도입했음에도 불구하고 인구의 증가, 경제규모의 증가 때문에 이산화탄소 배출량은 지속적으로 상승해왔다. 그러나 최근에 기후중립도시를 위한 새로운 트렌드들(자전거 교통량의 증가 등)이 발견되고 있다.

베를린은 아래의 전략을 통해 교통부문 CO_2 배출량을 2050년까지 1990년 대비 69% 감축하고자 한다. 교통부문 CO_2 배출량의 약 70%가 육상교통(road traffic)에서 기인한다는 점에 착안하여 보행자·자전거·대중교통 친화적인 도시 구축을 목표로 한다.

3.3.1. 보행자 친화적 도시

베를린은 도로교통에 있어서 보행자 친화성을 확대하고 특히 쇼핑거리와 도심의 보행자 친화성을 강화하고자 한다. 이를 위해 쇼핑지구 및 도심에서의 자동차 주차제한 등의 개별조치가 논의되고 있다. 뿐만 아니라 기후변화로 인한 온도상승을 고려하여 적절한 음영을 보장하는 보도 설계 및 건설을 계획하고 있다.

3.3.2. 자전거 인프라 및 전기·공유 자전거 지원

베를린 교통에 있어서 긍정적인 최신 트렌드는 최근 몇 년 간 자전거 교통량이 크게 성장했다는 점이다. 2013년에 자전거 통행량은 전체 교통 통행량의 약 13%를 차지하였고 현재 베를린에는 968km의 자전거 전용도로와 285km의 차도에 있는 자전거 도로(biking lanes on the road)가 마련되어있다. 앞으로도 시는 자전거 고속도로, 자전거 전용도로, 자전거 거치대 등 시설 투자 자금을 확대할 예정이며 현재는 자전거 인프라 확충에 2억 유로의 예산이 편성되어 있다.

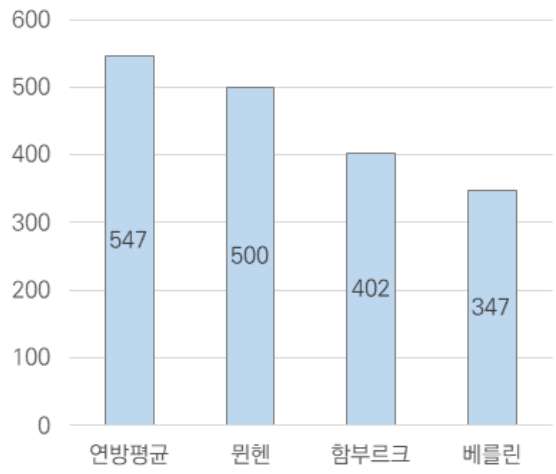
또한 공유 자전거 정책에 있어 베를린 내 리히텐버그, 슈판다우 자치구에서는 2018년 여름부터 무료 자전거 서비스를 시작하였다. 2018년 10월부터 2020년 12월까지 시민들은 온라인으로 자전거를 예약하고, 최대 3일까지 대여할 수 있으며 BEK는 독일자전거운전자연합회(German Cyclist' Federation) 베를린 지부와 협력해 관련자금을 지원할 예정이다.

3.3.3. 대중교통 확대 및 편리성 제고

베를린 교통부문의 또 다른 긍정적인 트렌드는 개인 자동차 대수가 감소하고 있다는 점이다. 이러한 트렌드를 계속 지원함으로써 2050년까지 개인 자동차 보유 대수를 17%까지 줄이는 것을 목표로 설정했다.

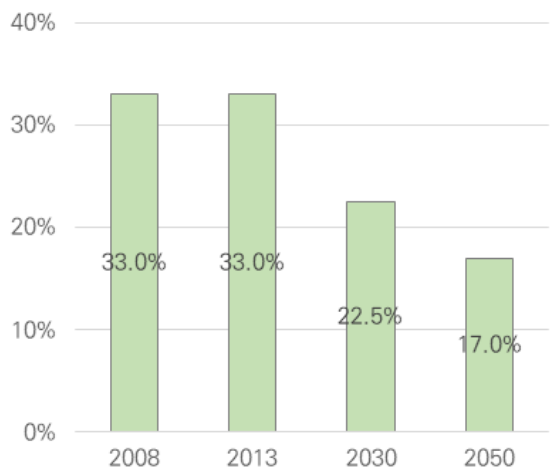
이와 더불어 대중교통 인프라를 확대하고 이에 대한 시민들의 편리성을 제고하려는 노력을 보이고

있다. 대표적으로 새로운 트램 노선의 증축, 베를린 교외 지역과의 연결성 제고를 들 수 있다. 또한 대중교통에서 배출되는 온실가스 감축을 위해 2030년까지 베를린 시내버스의 전기차 비중을 점차적으로 늘릴 계획이다.



자료: SenUVK(2019)

〈그림 36〉 1000명당 자동차 대수(연방, 주요도시)



자료: SenUVK(2019)

〈그림 37〉 베를린 내 개인 소유 자동차 감축 목표

3.3.4. 고속도로에서의 감속

베를린은 이제까지 교통안전 개선과 소음 및 대기오염 감소를 위해 최고속도 30km/h 제한구역인 '템포 30(Tempo 30)'과 같은 도로 속도제한전략을 추진해왔다. 도로에서의 감속은 기후보호의 관점에서도 연료절감과 CO_2 배출감소에 효과적이며 이전에 템포 30을 적용한 구간의 효과를 확인한 결과, 최대 5㎍/㎥의 이산화질소 감소를 달성할 수 있을 것으로 계산된다. 이러한 이유로 베를린은 베를린 내 일반도로 및 고속도로에서의 감속 정책을 지속적으로 추진할 예정이다.

3.3.5. 충전 인프라 구축

베를린은 2030년까지 가솔린과 디젤 엔진 차량을 전체 도로 차량의 약 3분의 1로 제한하고 2050년까지는 거의 완전히 청정연료(전기 및 수소)로 대체하고자 하는 목표를 가지고 있다. 이를 촉진하기 위해 전기 충전소의 개발 및 설치가 요구되며 이미 충전 인프라의 건설이 진행되고 있다. 도심 지역(S반 링 내부)을 중심으로 2020년까지 최소 1,000개의 전기 충전소를 구축하고자 하며 도심 외곽지역(S반 링 외부)에

자료: SenUVK(2019)

〈그림 38〉 도심 내 전기충전소 확대

대한 고려도 요구된다. 반면 수소 충전소에 대한 구체적인 대책은 아직 나와 있지 않다.

3.3.6. 화물 자전거 대여사업

자전거 통행량 확대를 위해 베를린의 리히텐버그 구와 스판다우 구는 2018년 가을부터 화물자전거 대여사업인 'Flotte Kommunal' 프로그램에 참여하고 있다. 본 프로그램은 자전거 운전자 협회 베를린(ADFC Berlin)의 적극적인 노력으로 만들어졌으며 관련 내용은 화물자전거 홈페이지(www.flotte-berlin.de)를 통해 보다 자세히 확인할 수 있다.

〈그림 39〉 화물자전거 대여사업

참고 : Berlin Mobility Law(베를린 모빌리티 법)

'모빌리티(이동성)보장을 위한 법률요건의 새 규정을 위한 법안'(이하 '모빌리티법')은 베를린시의 독자적인 교통법안으로 2018년 7월 제정되었으며 모든 사람이 다양한 이동수단을 공정하게 이용할 수 있는 도시환경 조성을 위해 이동수단 간의 균형을 맞추는 도시계획을 보장하고 이용자의 안전을 확보하여 친환경 이동수단을 확충한다는 목적을 가지고 있다. 독일도시 중 최초로 시행되는 모빌리티법은 교통시스템 전반, 자전거 교통, 교통안전, 대중교통 4개 분야로 구성되어있다. 뿐만 아니라 베를린 모빌리티법은 BEK 2030의 교통부문 프로그램들과 긴밀한 관계성을 가지고 있으며 프로그램 실행에 있어 긍정적인 법적 토대로서 작용한다.

- 교통시스템 전반

- 교통인프라를 재설계해 도시 내에서 교통수단이 차지하는 공간 축소, 공공공간을 확충하여 삶의 질 상승
- 자전거, 열차, 보행 등 친환경적인 교통수단의 확충
- 대기오염이나 소음문제 등 교통수단에 의한 건강침해 최소화

- 자전거 교통

- 자전거교통 담당 경찰관 확충
- 장애물이나 다른 교통수단의 방해없이 이용가능한 인도, 자전거도로 등을 확보
- 2025년까지 자전거 주자공간을 총 10만 곳 확보

- 교통안전

- 'Vision Zero' : 교통수단 종류와 상관없이 심각한 교통사고를 최대한 방지하고자 새로운 교통안전 계획과 기준설립

- 대중교통

- 베를린 교통국(BVG)는 버스 전용차로, 정거장 구역, 노면전차 노선 등에 있는 차량을 처리할 수 있는 권리 가짐
- 2030년까지 단계적으로 대중교통에서 화석연료 사용 금지

3.4. 경제부문

경제부문에 있어 베를린 시정부는 에너지 프로그램에 있어 우선적인 모범사례 구축, 소규모 기업을 위한 에너지 서비스 제공, 에너지 경제에 있어 보다 많은 기업의 참여 확대라는 세 가지의 전략을 가지고 있다.

3.4.1. 거리 조명 효율화

베를린 시정부는 2008년부터 2020년까지 베를린 공공 조명에서 30~50%의 에너지 절감을 목표로 하고 있다. 현재 베를린에는 약 34,000개의 가스 조명과 190,000개의 전기 조명이 있으며 이를 고효율 조명으로 대체한다면 상당한 절약 잠재력을 동원할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

3.4.2. 소규모 기업을 위한 에너지 서비스

많은 소규모 중소기업의 경우 인적자원과 재정자원이 부족하기 때문에 에너지 효율과 기후보호에 중점을 두지 않는 경우가 많다. 베를린은 인식 제고 및 동원, 조언, 협력 및 네트워킹, 금융분야에서의 도움을 통해 소규모 중소기업의 에너지 절약과 기후보호 활동을 지원하고자 한다.

3.4.3. 원탁회의 '기후중립 베를린 2050'

2050년까지 기후중립 목표 달성을 위해 에너지 효율과 기후 보호를 위한 네트워크를 베를린 내 다른 회사들에게까지도 확대할 필요가 있다. 시 정부는 원탁회의 '기후중립 베를린 2050'을 특정 산업 내, 혹은 산업 간, 혹은 특정한 회사 규모 및 장소를 대상으로 네트워크 이벤트를 기획함으로써 보다 많은 기업들의 기후보호 참여를 이끌어내고자 한다.

3.5. 기후변화 적응 대책

기후변화로 인한 도시 문제로 열섬 현상, 가뭄, 홍수 등에 대한 기후변화 적응 대책이 점차 중요해지고 있다. 베를린시의 기후변화 적응 대책은 폭염으로 인한 시민 건강, 열섬 현상 완화를 위한 녹지 확대에 중점을 두고 있다.

3.5.1. 대중교통 정류장의 폭염 대책

베를린 내의 많은 지상 정거장들이 노면에 노출되어 있으며 그늘이 부족한 상황이다. 이러한 상황에서 승객이 대기 시간 동안 장시간 폭염에 노출될 경우 고령자와 노약자에게 건강상의 큰 위험을 초래할 수 있다. 베를린시는 시내버스 정류장에 적절한 음영을 만들 수 있도록 지원할 계획이다.

3.5.2. 녹지와 광장 구축

베를린의 도시 밀도가 증가함에 따라 토지 이용 경쟁이 증가하고 녹지 및 개방 공간에 대한 압력이 높아지고 있다. 그러나 시민들의 삶의 질 및 거주 환경 개선을 위해서는 도시 유휴 공간의 녹지 사용 및 설계는 지속되어야 한다. 녹지 확대에 있어 대표적인 프로그램으로 1,000개의 녹색지붕(1000 Gruene Daecher) 사업을 들 수 있다.

1,000개의 녹색지붕 프로그램

1,000개의 녹색지붕 프로젝트는 개인의 지붕 공간을 활용하여 도심 내 녹지 공간을 확대하는 계획이다. 현재 베를린의 녹화된 지붕은 약 18,000개로 이는 도시 전체 지붕 면적의 약 4%를 차지한다. 주요 프로그램은 ①기존 방식의 지붕녹화 사업 지원과 ②혁신적인 실험 사업 '녹색지붕 랩(Green Roof LAB)' 지원 사업 두 가지로 나뉘어져 있다.

첫째로, 기존 방식의 지붕녹화 사업은 건물 당 최대 6만 유로(7,900만 원), 1㎡당 최대 60유로(7만 9천 원)을 지원하며, 이는 전체 녹화 비용의 75% 정도를 차지한다. 둘째로 녹색지붕 랩의 경우에는 지붕뿐만 아니라 건물의 전면에도 적용 가능한 모델과 같이 실험적이고 모범적인 녹화 사례 발굴 지원을 목적으로 한다. 본 프로그램은 앞선 사업과 달리 비용의 100%를 지원받을 수 있으며 전문 위원회가 개별 사례를 보고 판단 후 자금 조달을 결정한다. 사업 참여 시민들은 베를린 수자원공사 내 베를린 빗물 에이전트(Berliner Regenwasseragentur)로부터 녹색지붕 설치 및 유지, 지붕에 적합한 식물 등에 대한 조언을 얻을 수 있다.

이러한 녹화지붕은 빗물을 저장하여 온난화에 따른 가뭄, 호우 등의 피해를 완화하고 온도 측면에서도 물 증발 효과를 통해 주변 공기의 온도를 내려 열대야를 예방하는 등 기후변화 적응 정책으로서의 긍정적 효과를 갖는다. 또한 도심 인구와 건물 밀도가 높아짐에 따라 부족해진 녹지를 대신할 수 있는 새로운 여가 공간으로도 활용이 가능하다는 점에서 그 가치가 높다고 할 수 있다. 현재 지붕녹화 사업에는 350만 유로(약 39억 원)의 예산이 지원될 예정이다.

3.5.3. 도시 공원 회복력 향상

여름의 평균기온이 계속 높아지고 폭염일수가 길어지면서 도시 식물 성장 및 생존에는 부담이 발생하게 되고 가뭄 및 병충해에 취약한 상태가 초래된다. 베를린은 폭염에 취약한 도시 공원의 회복력 향상을 위해 노력할 것이며 이는 결과적으로 도심 내 열섬 현상 완화 및 도시민의 삶의 질 개선으로 이어질 것이다.

3.6. 교육 및 홍보

3.6.1. 에너지정책 온라인 플랫폼[40)]

베를린 시정부는 BEK(베를린 에너지 및 기후보호프로그램)에 대한 내용을 시민들이 언제나 확인할 수 있도록 온라인 플랫폼 diBEK을 구축하였다. 기후보호 프로그램의 참여자이자 수혜 대상자인 시민들의 지속적인 모니터링과 평가는 목적달성에 있어 많은 부분을 기여한다.

자료: 베를린시 홈페이지

〈그림 40〉 베를린 에너지정책 온라인 플랫폼 diBEK

3.6.2. 베를린 기후학교 경연대회[41)]

이 프로그램은 청소년들에게 기후보호에 대한 동기부여, 일상에서의 기후보호 실천 확대 등의 목적과 함께 2008년부터 2019년 현재까지 시행되고 있다. 학교 유형에 관계 없이 베를린 내 전 연령의 교육기관이 참가 기회를 가지며 가장 다양하고, 독창적이고, 지속가능한 10개의 프로젝트들이 경연에서 선정된다. 선정된 학교들은 소정의 상금과 체험학습 지원 등의 포상을 받는다. 현재까지 15,000명 이상의 아이들이 베를린 기후학교 경연에 참여하였으며 535개의 프로젝트가 제시되었다. 또한 학교 자체의 기후보호 계획을 개발한 학교는 교육·청소년·가정 상원위원회(Senate Department for Education, Youth and Family Affairs)에 베를린 기후학교 인증을 신청할 수 있다. 현재까지 75개의 교육기관들이 베를린 기후학교 인증을 받았다.

자료: Berliner Klima Schulen

〈그림 41〉 베를린 기후학교 2019 포스터

40) diBEK(베를린 에너지정책 온라인 플랫폼)

41) Berliner Klima Schulen(베를린 기후학교 경연대회)

참고문헌

〈보고서〉

- 베를린 브란덴부르크 통계청(2019). Statistischer Bericht: Energie- und CO_2-Bilanz in Berlin 2016
- SenUVK(2016). Climate-Neutral Berlin 2050 : Recommendations for a Berlin Energy and Climate Protection Programme(BEK)
- SenUVK(2019). BEK 2030 : Berliner Energie-und Klimaschutzprogramm 2030

〈웹페이지〉

- 베를린시 홈페이지, https://www.berlin.de/
- 에너지밸런스 국가회의, http://www.lak-energiebilanzen.de/energiebilanzen/
- 독일 재생에너지기구 홈페이지 베를린시 데이터(Landinfo), https://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/B/kategorie/energiemix/auswahl/711-anteil_erneuerbarer_/#goto_711
- SolarZentrum Berlin(솔라센터) 홈페이지, https://www.berlin.de/sen/energie/energie/erneuerbare-energien/solarzentrum-berlin/
- diBEK(베를린 에너지정책 온라인 플랫폼), https://dibek.berlin.de/?lang=en#caption_c2c8c1827
- Berliner Klima Schulen(베를린 기후학교 경연대회), https://www.berliner-klimaschulen.de/

LONDON, UNITED KINGDOM

런던의 환경 미래

런던 환경 전략, 2018년 5월

https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/london-environment-strategy

● 런던시 요약 ●

비전

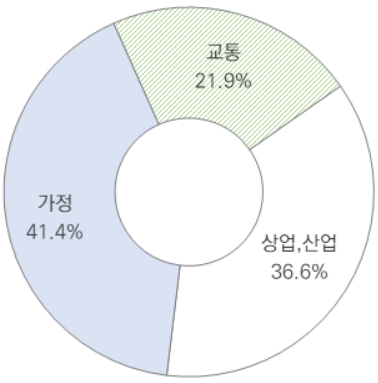
- 가정과 상업부문에서의 탄소배출량 절감에 있어 에너지 빈곤층에 대한 최선의 지원
- 지역의 재생에너지 자원을 활용하여 깨끗하고 스마트한 통합 에너지 시스템 개발

관련 지표

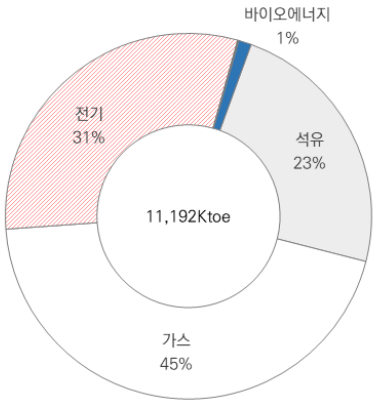
- 2030년까지 재생에너지와 지역난방이 에너지 수요 15% 달성
- 2025년까지 지역 분산에너지 시스템을 통해 런던 열·전력 요구량의 25%를 충족
- 2050년까지 런던 내 태양광 PV 2GW 보급
- 1990년 대비 CO_2 배출량 2015년까지 20%, 2020년까지 40% 2025년까지 60% 감축, 2050년 탄소제로 달성
- 2050년까지 모든 교통수단에 있어 탄소배출 제로

현황

- 2015년 최종에너지 소비량은 총 11,192천TOE로 가정부문 41.4%, 산업 및 상업부문 36.6%, 교통부문 21.9%로 구성됨
- 2014년 온실가스 배출량의 35% 가정부문, 42%는 산업 및 상업부문, 23%는 교통부문에서 배출됨



부문별 최종에너지 소비(2015년)



에너지원별 최종에너지소비(2015년)

LONDON, UNITED KINGDOM

런던의 환경 미래

런던 환경 전략, 2018년 5월

목 차

1. 런던 환경 전략

1.1. 주요 목표

1.2. 에너지 및 CO_2 감축 관련 주요 목표

2. 런던의 과거, 현재, 미래 에너지 및 CO_2 배출량

2.1. 에너지 현황

2.2. CO_2 배출 현황

3. CO_2 배출량 감축 목표

4. 런던 시민을 위한 에너지

4.1. 에너지 빈곤층을 고려한 가정과 직장에서의 탈탄소화

4.2. 지역 재생에너지를 활용한 스마트 에너지 시스템

5. 교통부문 : 2050년까지 제로 배출 교통 실현

6. 동 전략을 위한 재원

6.1. 탄소 예산

1. 런던 환경 전략

기존의 런던 환경전략은 에너지, 수자원, 폐기물, 회복탄력성 제고, 기업의 폐기물관리 각각의 분야별로 발표되었다. 그러나 에너지, 환경, 경제, 사회분야 문제 해결이 서로 유리되는 것이 아니고 오히려 협력이 중요시되기 때문에 2017년 8월 최초로 모든 분야를 통합한 '런던 환경 전략' 초안이 발표되었으며 피드백을 통해 2018년 5월 최종안이 발표되었다. 본 보고서에서는 '기후변화 완화 및 에너지' 파트의 내용을 중점적으로 정리하였다.

런던 환경 전략 수립 과정에는 여러 시민들이 참여하였는데 2017년 8월 11일부터 11월 17일까지 14일간 공중의견을 수집했다. 또한 토크런던(Talk London)이라는 오프라인 이벤트에서 2,900명이 5,400개의 설문조사를 완료하였고 370명의 기술 전문가들도 참여해 의견을 공유했다.

1.1. 주요 목표

런던 환경전략은 아래 6가지를 주요 목표로 설정했다.

- 탄소 제로 도시(Zero Carbon City)
- 폐기물 제로 도시(Zero Waste City)
- 대기질 향상을 위해 세계보건기구의 PM2.5 기준 준수
- 도시 내 녹지율 50% 달성
- 행동을 촉진하기 위한 새로운 펀딩 도입
- 에너지 효율과 그린 인프라를 위한 새로운 기업모델 지원

1.2. 에너지 및 CO_2 감축 관련 주요 목표

2008년의 기후변화협약은 영국 온실가스 배출량을 2050년에 1990년 대비 80% 이상 감축할 것을 요구하였다. 2015년 기준 런던은 영국의 탄소 배출량의 약 8%를 차지하고 있다.

런던 정부는 2050년까지 탄소제로 목표를 달성하고자 하며 완전히 탈탄소화된 런던을 위해서는 2015년 통계상 약 34백만톤CO_2eq에 달하는 온실가스 배출량을 2050년까지 0으로 만들어야 한다. 런던시는 에너지 고효율 빌딩, 친환경 교통, 친환경 에너지를 통해 탄소 제로 도시로 거듭나겠다는 계획이다. 이 목표를 달성하기 위한 주요 세부목표 세 가지는 다음과 같다.

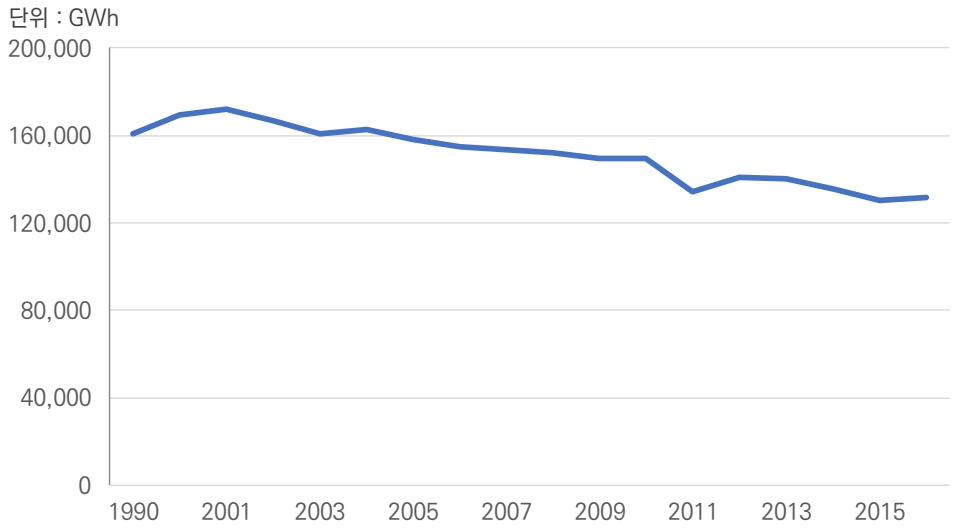
- 첫째, 에너지 빈곤층을 배려한 가정과 직장에서의 탈탄소화
- 둘째, 지역의 재생에너지를 활용한 깨끗하고 스마트한 통합형 에너지 시스템
- 셋째, 2050년까지 제로 배출 교통 실현

2. 런던의 과거, 현재, 미래 에너지 및 CO_2 배출량

2.1. 에너지 현황

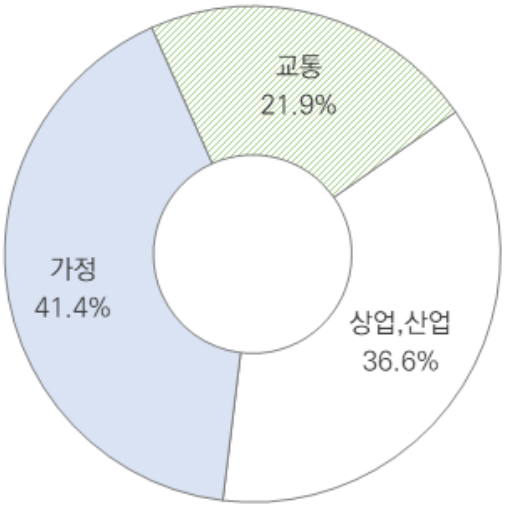
2.1.1. 에너지 소비 현황

영국 전체 최종에너지 소비의 약 9.2%를 차지하고 있는 런던의 최종에너지 소비는 전반적으로 완만한 감소추세를 보이고 있으며 2016년에는 131,713GWh를 기록하였다. 소비부문별로는 2015년을 기준으로 가정에서 가장 많은 에너지소비를 보이며 그 다음으로 상업 및 산업이 36.6%, 교통부문이 22%를 차지하고 있다.



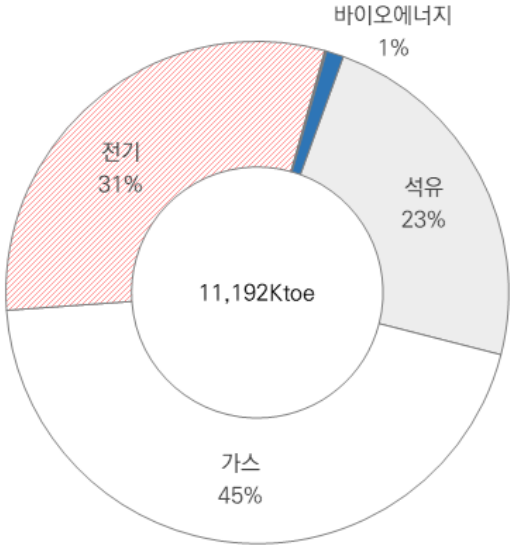
자료: LEGGI

〈그림 42〉 런던 최종에너지소비 추이(1990년~2016년)



자료: LEGGI

〈그림 43〉 영역별 최종에너지 소비(2015년)



자료: LEGGI

〈그림 44〉 에너지원별 최종에너지소비(2015년)

에너지원별로 살펴보면 2015년 최종에너지소비는 가스가 5,024천TOE, 전기 3,409천TOE, 석유 2,622천TOE로 각각 전체의 45%, 31%, 23%를 차지하고 있으며 특히 가정용 난방부문에서의 가스 사용량이 많은 부분을 차지하고 있다. 재생에너지 및 폐기물에너지는 124천TOE로 전체의 약 1%만을 차지하고 있다.

2.1.2. 재생에너지 현황

런던의 재생에너지 정책, 그 중에서도 태양광 PV와 태양열 설비는 런던 외부 요인, 특히 국가정책에 의해 많은 영향을 받는다. 대표적으로 발전차액지원제도(Feed-in-Tariff, FiT)와 재생 열 인센티브(RHI, Renewable Heat Incentive) 등은 재생에너지 설비 증감에 가장 큰 영향을 미치는 제도이다.

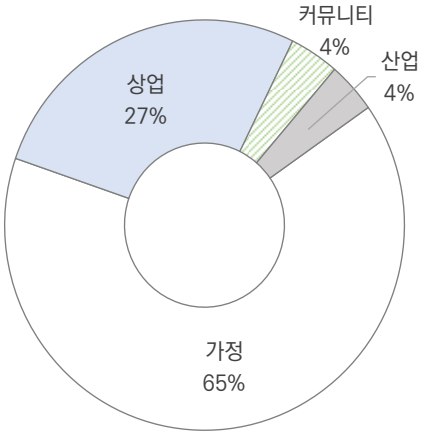
그러나 최근 몇 년 간 태양광 산업은 특히 2015년 FiT에 대한 정부 정책변경으로 인한 재정 지원의 감소와 같은 도전에 직면하였고 이로 인해 영국 내의 태양광 관세가 ㎾h당 12.47펜스에서 4.39펜스로 65% 감소하였다. 태양무역협회(STA, Solar Trade Association)에 따르면 영국 내 2017년 1분기 가정용 옥상 태양광설비 보급률은 2010년 FiT 도입 이후 평균보다 75% 하락한 것으로 추정된다. 런던 정부는 이러한 국가 정책의 영향을 최소화하고 독립적인 재생에너지 정책구축을 위해 노력하지만 여전히 많은 문제가 남아있다.

1) 런던 내 태양에너지 잠재력

약 1,600km의 면적과 그 중 약 3분의 1은 건물 옥상으로 이루어진 런던은 태양에너지 생산에 있어 큰 잠재성을 가지고 있다고 평가되며 기술발전에 따라 설치공간이 다양해진다면 그 기회는 더 클 것으로 보인다. GLA(Greater London Authority, 런던광역정부)는 탄소 경로 모델링의 일부로써 건물부문 태양광·태양열 기술의 경제적 잠재력을 평가했다. 이는 현 정부 정책(주로 FiTs 감소)에 따른 경제적 제약과 2010년에서 2017년 사이의 배치 추세를 고려했다. 연구 결과 긍정적 시나리오 상에서는 런던 내 태양광 PV 설비가 2025년에는 550㎿, 2030년에는 850㎿, 2050년에는 2GW 용량에 도달할 수 있다고 추정되었다. 또한 태양열은 2030년까지 약 100㎿의 추가 전력량을 제공할 가능성이 있다고 추정하였다.

2) 런던 내 태양광 PV 에너지

〈그림 45〉는 2010년 4월에 도입된 국가 태양광 PV에 대한 발전차액지원제도(FiT)의 영향을 나타낸 것으로, 런던에서는 태양광 PV 설치가 19배 증가했다. 런던의 태양광 발전 용량의 4분의 3 가량이 가정용 건물에 설치되었고, 상업용 건물은 다음으로 큰 기여를 했다. 주택당 PV 평균 용량은 3.3㎾로 가정 내 연간 전력 수요의 절반 정도를 충족하며, 상업용 및 지역사회용 건물의 경우 약 20㎾에서 25㎾로 추산된다. 산업설비의 경우 95㎾까지 증가할 수 있다고 추산되며 런던에는 약 40㎾가 설치되어있다.



자료: Ofgem(2018), GLA(2018c)에서 재인용

〈그림 45〉 2018년 건물유형에 따른 FiT 등록 태양광 PV

3) 런던 내 태양열 에너지

2017년 11월을 기준으로, 런던은 전국 총 8,508개의 태양열 계획 중 공인된 258개의 가정용 태양열 발전설비를 보유하고 있으며 이들 대부분은 가정용 건물에 온수를 공급한다. 2011년 11월부터 2017년 12월 기간 동안 런던에 38㎿의 용량을 가진 99개의 비가정용 재생 열 인센티브(RHI, Renewable Heat Incentive) 인증 설비가 추가설치 되었지만 이 중 1㎿ 미만이 태양열로 추산된다. 영국정부는 태양열 인센티브가 ㎾h당 19.74펜스의 비율로 유지되어야 한다는 것을 확인하면서 재생 열 인센티브(RHI)를 통해 태양열 기술을 계속 지원하겠다는 입장을 취하고 있다. GLA 모델링에 따르면 런던은 2030년까지 6,800개의 가정용 태양열 설비와 1,200개의 비가정용 태양열 설비의 잠재성을 가질 것으로 예상된다.

4) 태양에너지 확대에 있어 장애물과 도전 과제

탄소제로 목표를 달성하기 위해 런던정부는 지속적으로 재생에너지, 그 중 태양 에너지에 다양한 지원 프로그램들을 시도 중이지만 여전히 장애물과 도전 과제가 남아있다. 영국 전체의 시각에서 봤을 때는 ①태양광 PV 설치비용과 ②영국 국가에너지정책의 불확실성이다. 태양광 PV 설치 비용은 여전히 비싼 편인데 일반적인 영국 가정 한 곳에 설치하려면 약 4천 파운드에서 6천 파운드의 비용이 필요하다. 또한 재생에너지 발전차액지원제도(FiT)에 대한 국가 에너지정책의 불확실성은 런던을 비롯한 도시들의 태양에너지 확대에 브레이크를 거는 주요 요인 중 하나이다.

수도인 런던이 가지는 특수적 어려움은 ①높은 공동주택 비율과 ②비교적 높은 민간 임대주택의 비율이다. 먼저 런던 가정 50%의 건물 유형은 공동주택(flats)으로 런던을 제외한 영국 전역의 수치는 16%라는 점에서 공동주택 비율이 매우 높음을 알 수 있다. 공동주택의 경우 에너지효율 목적의 개조가 타 주택유형보다 까다롭고 설비 설치에 있어서 임차인(leaseholder), 토지상속권자(freeholders), 세입자(tenants) 모두의 동의가 필요하기 때문에 어려운 부분이 있다. 또한 공동주

택은 타 주택유형에 비해 지붕공간이 좁은 특징을 지니고 있다.

두 번째로 28%의 런던 가정이 민간임대의 형태를 취하고 있으며 이 또한 런던을 제외한 영국 전역은 18%라는 점에서 비교적 높은 편이다. 임대의 경우 집 소유주와 세입자 양쪽 모두 자신이 거주하지 않는 혹은 실질적 소유자가 아닌 건물에 태양광 PV를 설치할 동기가 적기 때문에 PV 설치 확대에 장애요인이 된다.

〈표 18〉 재생에너지 설비 신규 설치 현황

(단위 : 대)

	2013	2014	2015	2016	2017
태양광 PV	123	98	111	104	100
바이오매스 보일러	8	2	4	1	0
열 펌프(Heat Pumps)	27	43	25	42	41
태양열	12	9	4	3	2

자료: GLA(2018a)

2.2. CO_2 배출 현황

런던의 인구 규모는 계속 성장하고 있는 반면에 CO_2 배출량은 감소하는 모습을 보이며 가정, 산업 및 상업, 교통부문 전반적으로 모두 감소 추세를 보인다. 2015년 런던의 CO_2 배출량은 33.91백만톤CO_2eq으로 부문별로는 가정 36%(12.13백만톤), 산업 및 상업 40%(13.50백만톤), 교통 24%(8.28백만톤)로 구성되어 있다. 이는 1990년 배출량에 비해 25% 감소한 수치이며 2015년까지 20% 감축이라는 당초 목표를 초과달성한 성과이다. 다음 표를 통해 런던의 CO_2 배출량이 지속으로 감소해왔음을 알 수 있다.

〈표 19〉 런던의 가정, 산업·상업, 교통부문에서의 온실가스 배출량(2010-2016)

(단위: 백만톤CO_2eq)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
가정	가스	9.09	7.38	8.12	8.25	7.35	7.04	7.32
	전기	6.69	6.47	7.14	6.56	5.93	4.99	3.97
	석탄	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
	석유	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	소계	15.88	13.94	15.34	14.91	13.38	12.13	11.38
	감축률[42]	-9%	-20%	-13%	-15%	-24%	-31%	-35%
상업 및 산업	가스	4.62	3.83	4.17	4.20	3.62	3.24	3.43*[43]
	전기	12.90	11.66	13.61	12.50	11.56	9.46	7.11*
	석탄	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01*
	석유	0.59	0.54	0.53	0.50	0.56	0.57	0.61*
	폐기물	0.02	0.04	0.04	0.04	0.21	0.20	0.19*
	소계	18.22	16.12	18.40	17.29	15.99	13.50	11.37*
	감축률	-24%	-33%	-24%	-28%	-34%	-44%	-53%*
교통	육상교통	6.39	6.39	6.39	6.36	6.62	6.43	6.40*
	기차(디젤)	0.11	0.11	0.11	0.13	0.08	0.08	0.08*
	기차(전력)	1.12	1.18	1.18	1.20	0.91	0.79	0.64*
	비행	0.87	0.87	0.87	0.98	0.93	0.94	0.95*
	선박	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04*
	소계	8.52	8.58**[44]	8.58**	8.68**	8.57	8.28	8.12
	감축률	-2%	-2%	-2%	0%	-2%	-5%	-7%*
총계		42.62	38.64	42.32	40.87	37.94	33.91	30.87
감축율(1990년 기준)		-5%	-14%	-6%	-9%	-16%	-25%	-31%
감축율(2000년 기준)		-15%	-23%	-16%	-19%	-25%	-33%	-39%
인구(명)		8,061,495	8,204,407	8,308,369	8,416,535	8,538,689	8,673,713	8,768,659
인구당 CO_2 배출(톤)		5.29	4.71	5.09	4.86	4.44	3.91	3.52

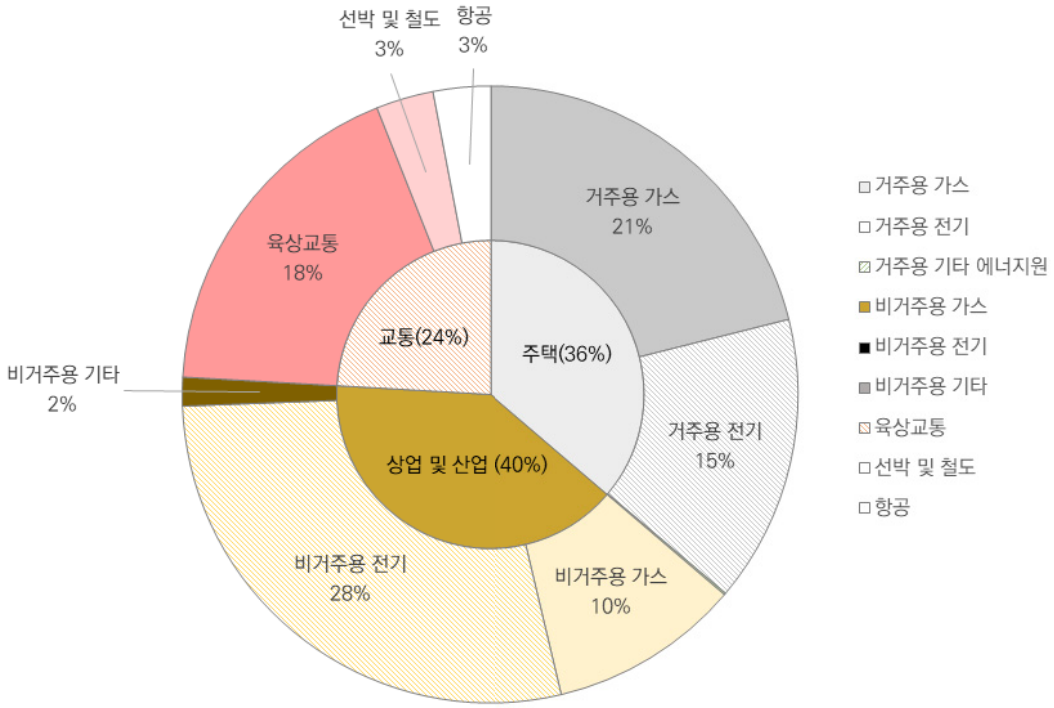
자료 : LEGGI

42) 해당 표의 감축률은 모두 2000년을 기준으로 함

43) * 가 표시된 값은 추정치임

44) **가 표시된 교통부문의 2011-2013년 통계치는 주의 필요 : 당시 '육상교통'에서의 온실가스 발생량을 계산하는 방식의 변

활동영역별 온실가스 배출 비중을 살펴봤을 때 산업 및 상업부문에서 40%로 가장 많은 온실가스를 배출하였고 그 뒤를 가정 36%와 교통 24%로 따르고 있다.



자료: GLA(2018b)

〈그림 46〉 활동영역별 온실가스 배출비중 (2015년)

현재 런던 에너지 수요의 약 94%는 도시 밖에서 조달되고 있다. 앞으로 에너지 수요가 감소하고 런던 내에서 재생에너지가 최대한 확대되더라도 한정된 공간 때문에 런던은 결코 에너지를 완전히 자급할 수 없다. 그렇기 때문에 런던의 제로 탄소 시나리오는 본질적으로 영국 전체의 전기 및 가스 그리드의 탈탄소화와 관련이 있다. 다행인 것은 런던의 전력수요가 전체 이산화탄소 배출량의 거의 절반을 차지하며 전력으로부터의 이산화탄소 배출 비중은 몇 년 간의 국가 전력망의 탈탄소화로 인해 급격히 감소하고 있다.

한편 런던에서의 가스 사용은 에너지 소비량의 약 절반, 배출량의 30%를 차지하며 가스의 대부분은 건물 난방에 사용된다. 천연가스는 런던이 저탄소 경제로 전환함에 따라 난방과 전기 생산에 있어 단기적, 중기적으로 중요한 역할을 계속하게 될 것이다. 천연가스 또한 화석연료이나 재생원료로부터 수소생산을 위한 바이오가스 그리드 변환이나 바이오가스 흡수를 통해 가스 그리드를 탈탄소화할 수 있는 약간의 잠재성이 있기 때문이다. 그러나 가스의 미래에 대한 영국 정부 명확한 전략의 부족은 열의 장기적 탈탄소화에 대한 불확실성으로 이어졌다. 이에 대응하여 런던은 보다 유연하고 분산된 에너지 공급 체계를 개발할 것이며 이를 통해 런던 내 건물들의 에너지효율성을 높이고 열 수요를 줄임으로써 국가 그리드로부터의 영향을 최소화할 수 있을 것으로 예상된다.

런던에서 전기와 가스 그리드의 탈탄소화를 지원하는 주요 방법은 재생에너지와 지방 분권 에너지의

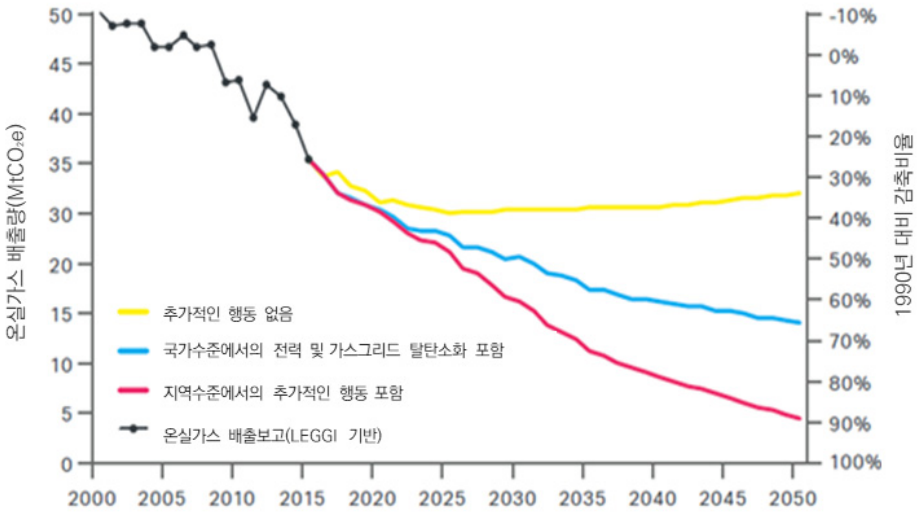
화가 있었기 때문에 해당 기간의 온실가스 발생량에 대한 단순비교 유의

비율을 증가시키는 것이다. 지역 에너지 발전과 공동 난방 네트워크는 현재 런던 에너지의 6%에 상당하는 양을 공급하고 있으며, 이 중 약 4분의 1은 태양열과 풍력발전을 포함한 재생에너지 발전에서 공급되고 있다.

3. CO_2 배출량 감축 목표

런던시의 CO_2 배출량 감축 목표는 1990년 대비 2015년 20%, 2020년 40%, 2025년 60% 감축하여 궁극적으로 2050년 제로배출(zero emission) 달성이다. 그러나 LEGGI(London Energy and Greenhouse Gas Inventory)의 연구결과에 따르면 현재 영국과 런던의 기존 정책들만으로는 2050년까지 1990년과 비교했을 때 35%의 감축에 그칠 것으로 예상된다. 모델링 결과에 따르면 나머지 65% 중 30%는 전체 영국 수준에서 에너지 그리드의 탈탄소화를 위한 추가적인 행동과 독립적인 '기후변화위원회'의 추가적인 정책 제안을 통해 가능하다. 나머지 35%의 감축은 도시 수준에서 확대된 행동을 통해 충족될 수 있다(그림 47).

도시수준에서 감축 가능한 35% 중에 25%는 새로운 정책을 개발·시행하고 기존의 런던 정책과 프로그램을 강화함으로써 달성될 수 있으나 이 조치는 새로운 자금에 의존해야한다는 특징이 있다. 그렇기 때문에 런던의 잔류 배출량의 최대 10%는 배출량 상쇄 기술(carbon offset)이나 음의 배출(탄소 포획 및 저장 등)을 통해 해결해야 할 것이며 이는 직접적으로 CO_2 감축이 어려운 역사적인 건물 보존, 항공 및 산업에서의 CO_2 배출을 보완할 수 있을 것이다.



자료: GLA(2018b)

〈그림 47〉 시나리오 별 런던의 온실가스 배출 궤적

4. 런던 시민을 위한 에너지[45)]

런던의 기존 기후변화 및 에너지 프로그램은 2015년에 670천톤CO_2e의 감축을 달성했으며 이는 2011년 감축량의 3배에 달한다. 에너지 프로그램 구축 초기 단계에서 이 정도의 성과도 의미 있지만 사실 이는 런던 전체 에너지 수요의 2%에 불과하다. 이에 런던 시장은 가정과 산·상업부문의 탈탄소화를 위해 '런던 시민을 위한 에너지(Energy for Londoners, EfL)' 프로그램을 시행함으로써 깨끗한 에너지 시스템 개발에 노력하고 있다.
두 가지 주요 목표는 첫째로 에너지 빈곤층을 고려한 가정 및 상업에서의 탈탄소화이며 둘째로는 지역의 재생에너지를 활용한 깨끗하고 스마트한 통합형 에너지 시스템 구축이다.

4.1. 에너지 빈곤층을 고려한 가정과 직장에서의 탈탄소화

4.1.1. 가정

주택의 에너지 효율성 제고는 가정부문의 탈탄소화에 있어 저비용 고효율 전략이라 할 수 있다. 4.1의 목적을 달성하기 위해 런던시는 주택 재정비 계획을 제시하고 있다.

● 런던 주택 재정비 계획
- 태양광 패널: 태양광을 재사용 가능한 전기와 열로 전환
- 녹색 지붕: 빗물을 관리하고 생물 다양성을 높임
- 효율적인 단열재 사용: 3중 유리, 햇빛 그늘 등 에너지 수요를 줄이기 위한 단열재 사용
- 수경 재배: 화장실, 빗물 등 가정에서 사용하고 나온 중수도를 활용해 식물 재배

이와 더불어 고려해야 할 점은 에너지 빈곤층의 문제이다. 2015년 기준 런던 내 에너지 빈곤층은 33만 5천 가구에 달하며 이는 전체 가구의 약 10%에 해당한다. 에너지 빈곤층은 소득이 빈곤선 이하인 경우(에너지 요금 지불 후 빈곤선 아래로 떨어지는 경우도 포함)를 기준으로 한다. 이러한 에너지 빈곤층의 비율을 줄이기 위해서는 에너지의 효율적 사용이 필수적이다. 그러나 이것이 유일한 해법은 아니며 에너지 빈곤층의 소득 확대, 에너지세(稅) 경감 등을 통해 에너지 빈곤층이 보다 쉽게 에너지를 얻을 수 있도록 하는 것이 대안이 될 수 있다.
가정에서의 탈탄소화 달성과 이 과정에서 에너지 빈곤층을 지원하기 위해 런던시는 대표적으로 아래의 프로그램을 시행하고 있다.

45) 런던 시민을 위한 에너지

1) RE:NEW Programme(Home Energy Efficiency For Tomorrow)

본 프로그램은 자치구와 공공주택 건설사에 대한 기술적 지원을 통해 에너지 고효율 주택을 더 많이 공급하는 데에 목적을 두고 있다. 2009년 이후 RE:NEW 프로그램은 런던 내 13만 5천 가구 넘게 지원되었으며 이를 통해 약 5만 톤의 이산화탄소를 절약했다. 에너지 고효율 주택 시장이 확대되면서 런던 내 60만 5천 가구 이상이 재정비되었으며 RE:NEW 프로그램은 약 4만 8천 가구의 에너지 빈곤층을 돕고 후속 정책을 논의 중에 있다.

2) 에너지도약 파일럿 프로젝트(Energy Leap)[46]

런던 시장은 넷 제로 리트로핏(net-zero retrofitting)에 대한 새롭고 혁신적인 접근법 개발을 위해 노력하고 있다. 2017년 2월 기준으로 10개의 제로 에너지 리트로핏 프로젝트에 45만 파운드의 자금이 배정되어있다.

3) 따뜻한 집(Warmer Homes)

런던 거주자에게 에너지 요금을 지원하는 이 정책은 2018년 1월부터 시행되어 장애가 있거나, 장기요양 중인 환자, 혜택 대상이 되는 노인 거주자들에게 가구당 최대 4천 파운드를 연료비로 지원한다.

4) 연료 빈곤층 지원기금(Fuel Poverty Support Fund)

본 기금은 연료 빈곤층 지원을 위해 해당 자치구에 50만 파운드의 기금을 제공하는 프로그램이다. 첫 단계에서는 시범사업으로써 이즐링턴(Islington), 크러이던(Croydon), 킹스턴(Kingston), 루이샴(Lewisham) 구에 모두 25만 파운드가 할당되었으며 지원받은 4개 구는 2019년까지 런던의 모든 자치구에 적용될 수 있는 서비스 방안을 발표해야 한다.

4.1.2. 일터(상업 및 산업)

1) RE:FIT Programme[47]

RE:FIT 프로그램은 비가정용부문인 런던 자치구, 학교, 대학, 병원, 레저센터, 박물관의 리트로핏을 지원한다. 전문가들로 구성된 지원팀이 전 과정을 무료로 지원하며 RE:FIT 프레임워크에 참여하는 에너지 서비스 업체들의 지원도 받을 수 있다. 특히 업체들을 통해 복잡하고 비싼 조달과정을 해결할 수 있다는 강점이 있다. 자금은 유럽연합지역개발기금(European Union European Regional Development Fund)과 GLA가 공동으로 지원하고 있다.

2009년 공공부문에서 먼저 시행되어 2015년부터 적용범위를 넓혀간 이 프로그램은 2018년까지 매년 약 35천 톤 이상의 CO_2 감축 성과와 사업 시작 이후 총 210천 톤의 감축 성과를 보였다. 공공

46) Energy Leap Project
47) RE:FIT Programme

부문에서 220개 이상의 기업과 단체들이 참여하였으며 매년 공공부문 전체에서 약 8백만 파운드의 에너지절감 효과가 나타나고 있다. RE:FIT 프로그램은 런던의 기후변화 및 에너지 정책의 대표 프로그램 중 하나로 환경 관련 상을 여러 차례 수상하기도 하였다.

2) 청정 열 캐시백 프로그램[48)]

청정 열 캐시백 프로그램은 런던 내 기업 중에서도 중소기업(SME, Small or Medium-sized Enterprise)들의 탈탄소화 및 NOx 배출 감축을 위한 사업이다. 최소 10년 이상 노후된 가스, 석유, LPG 보일러나 모든 석탄 보일러를 에너지 효율 90% 이상, NOx 배출량 40mg/㎾h 이하인 가스나 LPG 보일러로 교체할 경우 기업은 캐시백을 받을 수 있다.
새로운 가스 보일러나 LPG 보일러를 설치할 경우 30%의 캐시백을 받을 수 있으며 재생에너지 열 시스템(태양열 혹은 하이브리드 시스템)을 설치하거나 지역 열 네트워크에 연결할 경우에는 35%의 캐시백을 받을 수 있다. 런던의 대기질 집중 지역(Air Quality Focus Area)에 위치한 기업은 5%의 추가 캐시백을 요구할 수 있다. 이 캐시백 프로그램에는 런던 시민을 위한 에너지 프로그램을 통해 34백만 파운드의 예산이 책정되어있다.

4.2. 지역 재생에너지를 활용한 스마트 에너지 시스템

런던 내 건물의 에너지 사용량을 줄이는 것 뿐 아니라, 에너지 시스템 자체의 변화도 함께 고려되어야 한다. 이는 태양광 발전, 폐열 같은 지역 에너지와 재사용 에너지를 통해 만든 에너지와 열을 건물과 차량에 공급하는 것을 의미한다. 런던 시장은 재생가능 및 저탄소 발전기술의 확대를 지지하며 런던이 2025년까지 분산형 에너지 시스템을 통해 열과 전력 수요량의 25%를 충족하도록 목표를 설정하였다. 이러한 목표 실현을 위해 런던 정부는 세 부문에 중점적으로 투자하고 있는데 런던 에너지 모니터링 보고서에 따르면 2017년 기준으로 5,500만 파운드가 열 네트워크 인프라 지원에 투입되었고, 670만 파운드가 열병합 발전에, 400만 파운드가 태양광 PV에 지원되었다.

4.2.1 통합형 지역에너지 시스템

1) 분산형 에너지 프로젝트(DEEP, Decentralized Energy Enabling Project)

지역난방 네트워크와 재사용 에너지 공급은 런던 분산형 에너지 시스템의 절반을 차지한다. 런던시는 2030년까지 이러한 에너지 공급을 수요의 30% 수준으로 높일 계획이다. 또한 태양광 발전 규모 확대, 열 네트워크 상용화 기술 등 분산형 에너지 규모를 더욱 늘릴 계획이다. 에너지 구조 전환을 위해 런던시는 분산형 에너지 보급 프로그램(DEEP, Decentralised Energy Enabling Project)을 통해 자치구와 민간 기업을 지원할 예정이다.
DEEP는 공공 및 민간 에너지 공급업체가 시장경쟁력 있는 가격 제시와 함께 상당한 온실가스 배출

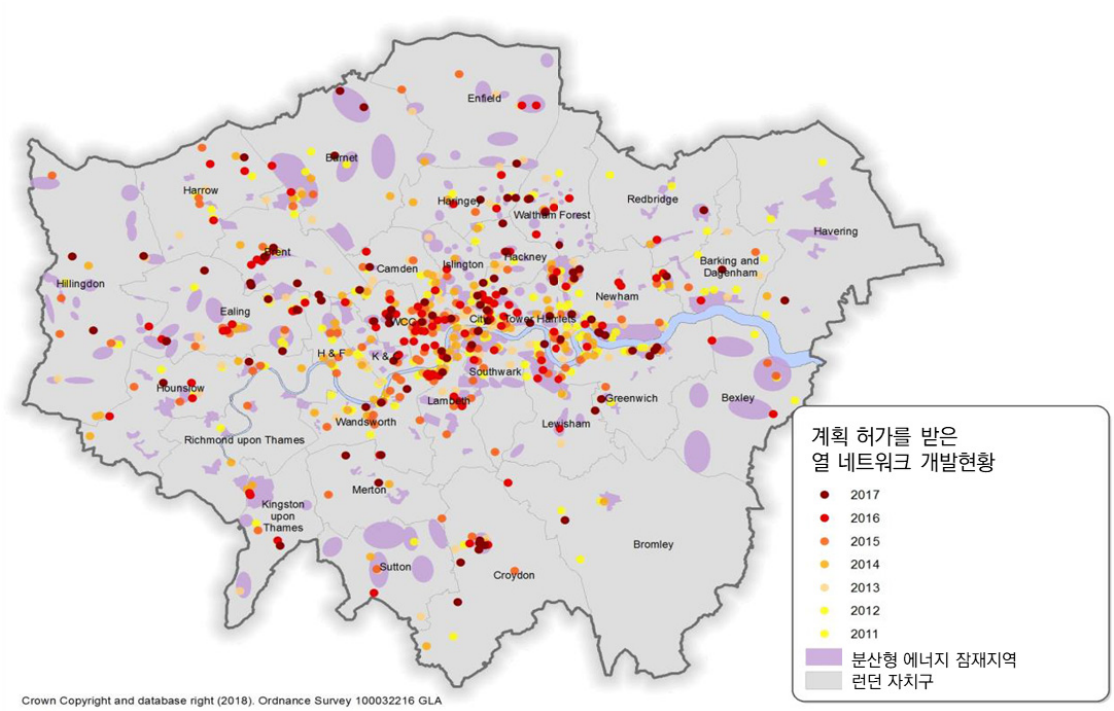
48) Clean Heat Cashback

감축을 이룰 수 있도록 대규모 분산형 에너지 계획을 개발하며 운영에 있어 기술, 상업, 재무 및 기타 자문 및 지원 서비스를 제공할 것이다. 2019년 9월까지 직접 지원하는 프로젝트를 통해 연간 1만 7,400톤의 CO_2 절감 효과를 전달하고, 2023년까지 90㎿ 설치를 목표로 한다.

2) 열 네트워크(Heat Network)

대부분의 가스 엔진 열병합 발전은 비용 면에서 효율적이지만 이를 통해 얻는 탄소 배출량 감축 효과는 크지 않고 오히려 미세먼지 등 대기에 미치는 부정적 영향이 강화되고 있다. 이러한 이유로 보다 효율적이고 탄소 배출이 적은 열 생산 방법인 열 네트워크가 주목받고 있다. 런던시는 앞으로 거대 규모의 열 네트워크와 열병합 발전 시스템에 대한 전략적 논의를 통해 대기 질을 보호하는 동시에 CO_2 절감 효과를 극대화할 수 있는 방안을 도출할 계획이다.

또한 런던 시장은 EU 내 스마트시티 프로젝트 'CELSIUS'를 후원하며 5개 도시들과 파트너십을 맺었다. 파트너쉽 도시는 로테르담, 제노아, 이즐링턴, 런던, 쾰른이다. 이들은 도시 열 네트워크 내에서 폐열의 역할, 광범위한 에너지 시스템에서 도시 열 네트워크의 역할을 탐색한다. 런던 시장은 지속가능한 에너지 관리 시스템 도입을 지원하고, 도시 인프라 통합, 데이터 분석과 예방 기술을 통해 런던 시민들이 원하는 에너지 서비스를 만들 계획이다.



자료: GLA(2018a)

〈그림 48〉 계획 허가를 받은 런던 내 열 네트워크 개발현황

3) 라이선스 라이트(Licence Lite)

라이선스 라이트는 소규모의 지역 전기 공급자가 기존 공급자가 맞춰야 하는 수준의 면허나 비용 없이도 전기판매가 가능하게 하는 제도이다. 2017년 라이선스 라이트의 발급기관인 Ofgem(Office

of Gas and Electricity Markets, 가스전력시장국)이 공식적으로 면허를 허가해 주었으며 2018년 1월부터 파일럿 프로젝트가 시작됐다. GLA는 이 새로운 형식의 전기 면허를 가진 첫 번째 기관이다. 이 프로젝트를 통해 런던 자치구나 시민들로부터 생산된 잉여 전력을 런던시가 구입하여 소비자에게 판매할 수 있으며 전기 생산자에게 더 나은 가격을 지급해줄 수 있다. 런던시는 2011년부터 Ofgem과 이 프로젝트에 사용되는 면허에 관한 논의를 진행했었다. 12개월 간 진행될 이 프로젝트는 TfL(Transport for London, 런던지하철공사)이 소비자로 참여하며 Peabody Trust와 Scottish and Southern Energy와 전력수급계약(PPA)을 맺고 REW nPower와 제3의 공급계약(third party supply licenced supplier agreement)을 체결했다. 그러나 지역의 분산형 에너지원을 개발하겠다는 정책 목표와 달리 독일의 대형 전력회사인 REW nPower와 공급계약을 맺어 비판을 받고 있다.

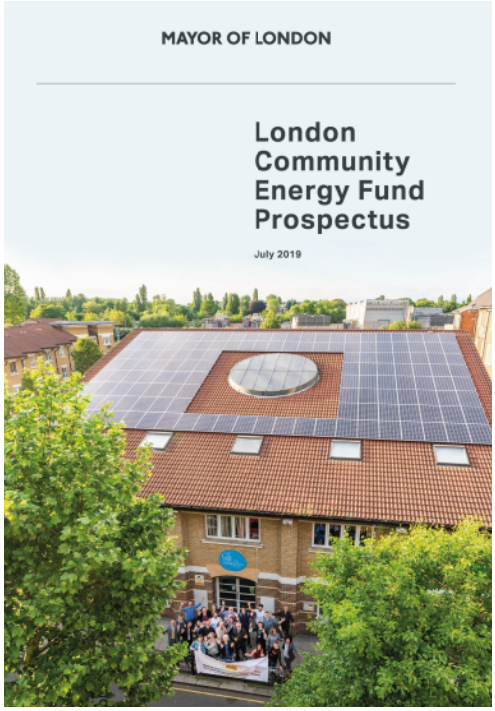
4.2.2. 태양광 발전과 지역에너지 지원

시 정부는 런던 내 깨끗한 재생에너지 생산 증가를 위하여 현재 설치되어있는 95㎿의 태양광 시설에 2030년까지 최소한 100㎿ 이상의 태양광 시설을 추가 설치 할 계획이다. 추가 설치 이후에도 2050년까지 탄소 제로를 달성하기 위해서는 약 2GW에 달하는 10배 이상의 태양광 설치가 요구된다. 또한 저비용 태양광 집열판 개발을 촉진하는 시범 사업 시행하고 TfL에 태양광 패널 설치할 계획을 가지고 있다.

1) 런던 지역에너지기금(LCEF, London Community Energy Fund)[49]

런던 지역에너지기금은 지역사회 에너지 단체가 프로젝트 과정에서 부딪히는 어려움을 극복하도록 돕는다. 런던 정부는 이 기금을 통해 지역 에너지 프로젝트를 개발하려는 지역사회를 선발하여 최대 15,000파운드의 보조금을 지원한다. 2017년 10월 시작한 1단계 기금은 지역 태양에너지사업에 집중 지원하였고 2018년 8월 출범한 2단계에서는 태양에너지 사업 뿐 아니라 에너지 수요 감소 및 에너지효율 제고를 포함하는 광범위한 프로젝트를 지원한다. 지금까지 런던 지역에너지기금은 17개의 지역사회 그룹이 주도하는 31개의 지역에너지 프로젝트에 자금을 지원하였고 이는 런던 내 1.4㎿의 태양광 발전 설치를 가능하게 했다.

49) GLA(2019)



자료: GLA(2019)

〈그림 49〉 런던 지역에너지기금

자료: GLA(2018c)

〈그림 50〉 런던 태양광 실행계획

2) 태양광 실행 계획(Solar Action Plan)[50]

태양광 실행 계획은 크게 다섯 가지의 주요 목표를 갖고 있다. 첫째로 GLA 산하의 건물 및 토지에 대한 태양에너지 기술을 극대화하여 모범 사례로 선도하는 것이다. 이를 위해 GLA 산하의 부동산(건물, 대지) 중 태양광 발전의 잠재적인 가능성이 있는 곳들을 맵핑하고 시설 설치 확대하고자 한다. 둘째로 도시계획 시 태양에너지 발전을 장려하는 것이다. 셋째로 시의 프로그램을 통해서 런던 시민들이 태양에너지로 집과 일터를 개조할 수 있도록 지원한다. 구체적으로는 태양광 설치비용을 줄이기 위한 파일럿 프로그램 'Solar Reverse Auction'을 실시하고 RE:FIT, RE:NEW 프로그램에 대한 지속적인 지원과 홍보를 지원한다. 또한 에너지저장 촉진을 위한 프로그램 지원도 포함되어 있다. 넷째로 런던 시민에게 태양광 에너지기술 투자에 대한 정확한 정보를 제공하는 것이다. 통합형 맵 서비스 운영을 통해 런던의 태양에너지 잠재력과 관련된 프로그램을 홍보하고자 한다. 끝으로 2050 탄소제로를 위해 국가 수준의 에너지정책에 대해 지속적으로 제안할 것이다.

3) 솔라 투게더 런던(Solar Together London)[51]

솔라 투게더 런던은 주택 소유자와 소규모 기업을 대상으로 하는 PV 공동구매 프로그램이다. 주택 소유자와 소규모 기업은 홈페이지에 옥상의 크기, 위치 등의 정보와 함께 홈페이지에 등록하고 저렴한 가격으로 올라오는 태양광 패널 중 마음에 드는 제품에 입찰한다. 입찰로부터 2주 내에 개별 연락을 받게 되고 비용 및 시간 경과에 따라 절약하게 되는 비용에 대한 설명을 들을 수 있다. 참여

50) GLA(2018c)
51) Solar Together London

자는 이 설명을 들은 후 구매 결정을 하고 결정에도 몇 주 간의 시간이 주어지며 의사결정에 필요한 추가 정보를 제공받을 수 있다. 구매 결정 후에는 판매자와 6개월 이내로 설치 날짜를 조정하여 설치한다. 2019년 8월을 기준으로 최근 단체 구매에 4,338가구가 동참했다.

자료: 런던시 홈페이지

〈그림 51〉 솔라 투게더 런던

4.2.3. 스마트 에너지 시스템

1) 차량 대 그리드 충전 시범사업(E-Flex)

런던시는 전기자동차 배터리를 양방향 에너지원으로 사용하는 차량 그리드 충전 프로젝트 E-Flex에 협력하고 있다. 전기차 충전뿐 아니라 차량이 정지해 있을 때 배터리에 저장된 미사용 전력을 스마트하게 활용할 수 있는 특수 양방향 충전기를 사용한다. 이 저장된 잉여에너지는 건물에 전력을 공급하는 데 사용될 수도 있고, 가장 필요할 때 전력망을 통해 다시 팔릴 수도 있어 기업들이 에너지 요금에 대한 비용을 절약하는 데 도움이 될 것이다.

2) 공유도시[52)]

공유도시(Sharing Cities)는 그리니치, 밀라노, 리스본, 보르도, 부르가스, 바르샤바와 협력하여 운영되는 25만 유로의 규모의 스마트시티 프로그램이다. 이 프로그램은 에너지 수요, 청구서 및 배출량을 줄이기 위해 기존 및 새로운 건물, 운송 및 에너지 인프라를 연결하는 데 데이터와 디지털 접근 방식을 사용하는 것을 목표로 한다. 런던 시장은 잉글랜드에 위치한 그리니치 시와 협력하여 재생열, 태양열 패널, 배터리 저장장치와 같은 저탄소 대책을 통합하고 개별 아파트에 스마트 디지털 난방과 전기 제어 장치를 설치하는 등 5개의 주거용 주택 블록을 개량할 것이다.

52) Sharing Cities

5. 교통부문 : 2050년까지 제로 배출 교통 실현

교통부문은 런던 전체 온실가스 배출량 중 약 4분의 1을 차지하며, 그 중 육상 교통이 대부분을 차지한다. 런던시는 2000년 8.3백만톤CO_2였던 교통부문 온실가스를 2050년까지 1.5백만톤CO_2로 감축할 계획이다. 이를 위해서는 탄소 배출 감축과 공기 질 개선을 모두 고려하는 등 통합적 접근이 필요하다.

교통부문의 목표는 다음과 같다.

- 2041년까지 런던 내 도로와 철도, 해상에서 배출되는 탄소량을 72% 가량 감축
- 런던 시내 모든 버스들 2037년까지 탄소배출 제로, 택시는 2033년까지 탄소배출 제로 달성. 2050년까지는 모든 교통수단에 있어서 탄소배출 제로.
- 도보, 자전거 교통, 대중교통 이용 활성화
- 도로 교통에 대한 엄격한 규제(ULEZ, zero emission zone)
- 2020년까지 모든 버스가 유로 6 기준[53] 충족

이 목표를 달성하기 위한 세부 목표 및 계획은 다음 표와 같다.

〈표 20〉 런던 버스체계 개편계획

	런던 시내버스		런던 외곽 및 내부버스	
	단층	2층	단층	2층
현재	1) 유로8 기준에 맞게 현재 2층버스 보수 2) 완전 전기차/ 완전 수소차 2층버스 도입 초기			
2020	100% 전기 /수소차로 전환	모든 2층버스 하이브리드 · 유로 6 기준 충족		모든 2층버스 유로 6 기준 충족
2025		완전 전기차/ 완전 수소차 2층버스 도입	50% 전기/수소차로 전환	85% 이상 하이브리드/ 전기/수소차로 전환
2030			90% 전기/수소차로 전환	60% 하이브리드, 40% 전기/수소차로 전환
2035			100% 전기/수소차로 전환	20% 하이브리드, 80% 전기/수소차로 전환
2037	런던 모든 버스 100% 전기 또는 수소차로 전환			

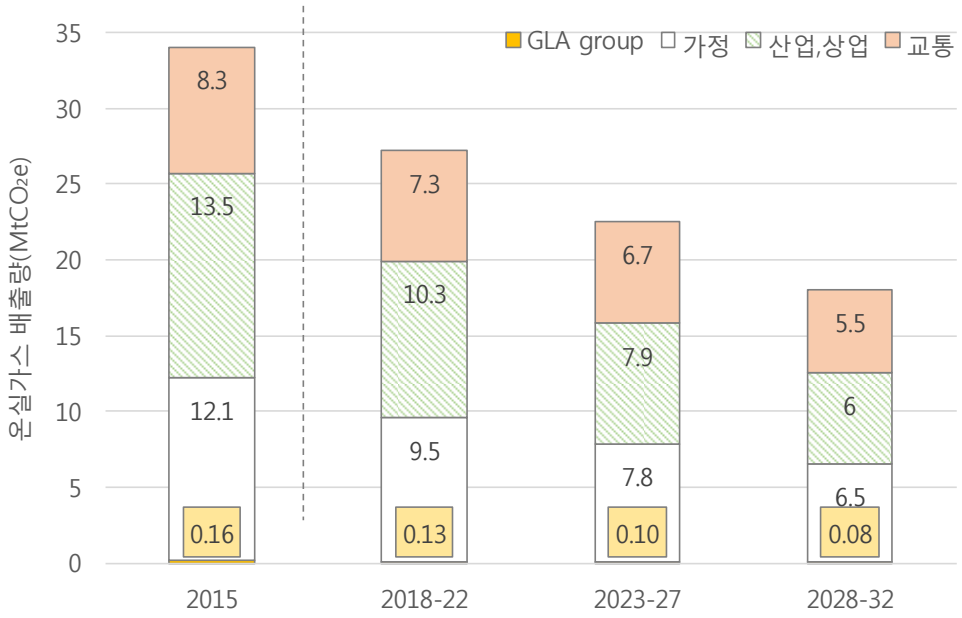
자료: GLA(2018b)

53) 유료 6 기준: 질소산화물과 미세먼지 감축을 위한 디젤차 기준

6. 동 전략을 위한 재원

6.1. 탄소 예산

런던시는 상황이나 기술의 변화에 따라 적응할 수 있는 2050년까지의 배출 경로를 만들기 위해 5년간의 탄소 예산(Carbon Budget) 체계 도입을 고려하고 있다. 탄소 예산은 2018-22년에 시작하여 영국의 탄소 예산 기간과 일치할 것이고 탄소 예산은 영국과 런던이 저탄소 경제를 효과적으로 계획하고 투자하는 데 있어 더 큰 명확성과 확실성을 제공할 것으로 기대된다. 또한 탄소 예산은 통제 밖의 요인(날씨, 세계 연료 및 에너지 가격 등)에 반응하는 데 필요한 유연성을 제공할 것으로 기대되며 이러한 유연성은 생산과 소비의 탄소 집약적 패턴에 대한 교착 상태의 위험을 줄일 수 있다.



자료: GLA(2018b)

〈그림 52〉 탄소 예산 규모

참고문헌

〈보고서〉

- GLA(2018a). Energy Monitoring Report: Monitoring the implementation of London Plan energy policies in 2017
- GLA(2018b). London Environment Strategy
- GLA(2018c). Solar Action Plan for London
- GLA(2019). London Community Energy Fund Projects

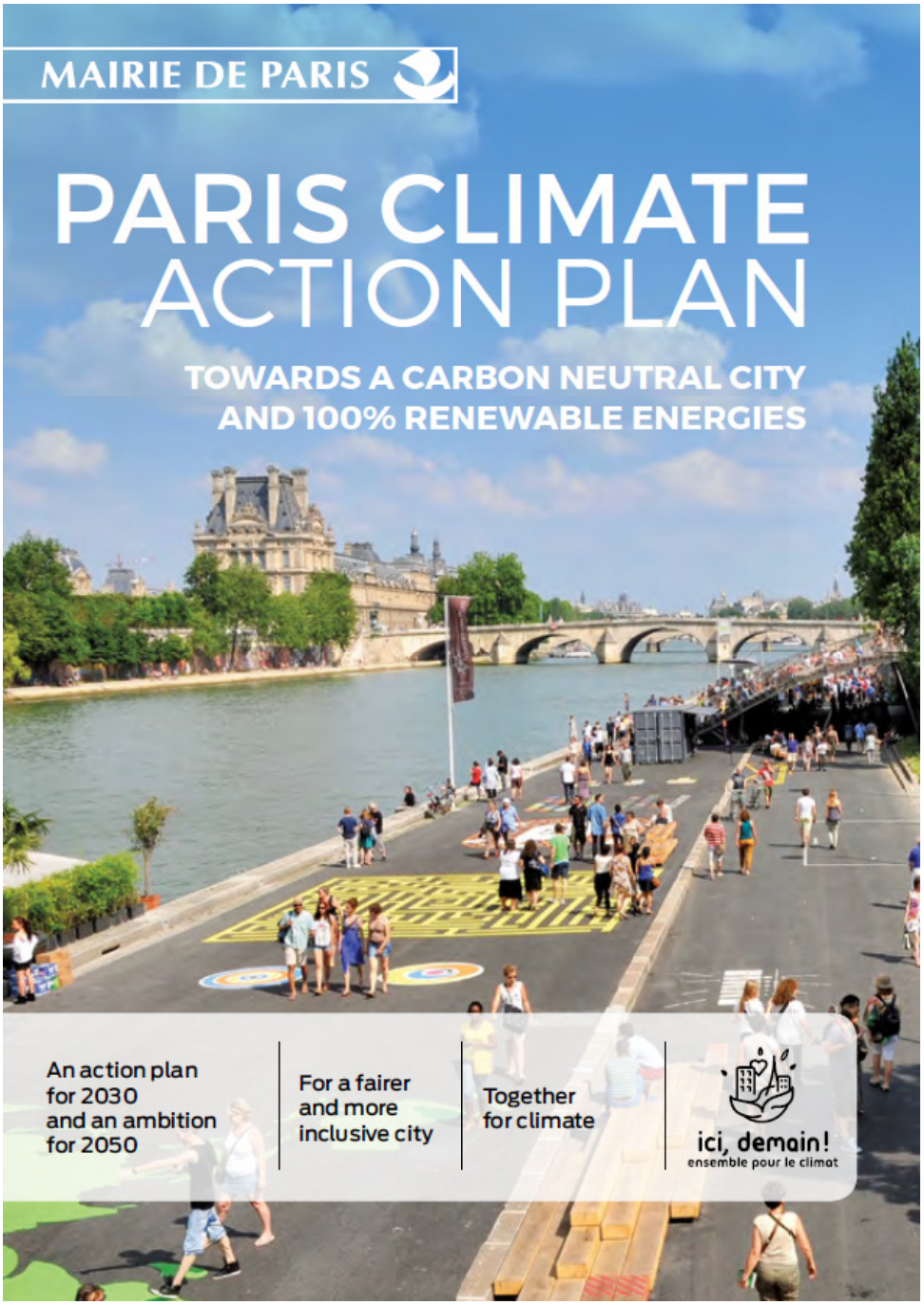
〈웹페이지〉

- 런던시 홈페이지, http://www.london.gov.uk
- 런던 시민을 위한 에너지, https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/energy/energy-londoners
- 런던 지역에너지기금(LCEF, London Community Energy Fund), https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/energy/london-community-energy-fund
- Clean Heat Cashback, https://www.london.gov.uk/what-we-do/business-and-economy/cleaner-heat-cashback
- Energy Leap Project, https://www.london.gov.uk/decisions/md2080-energy-leap-project
- London Energy and Greenhouse Gas Inventory [LEGGI], https://data.london.gov.uk/dataset/leggi (접속일자: 2019년 8월 25일)
- RE:FIT Programme, https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/energy/energy-buildings/refit
- Sharing Cities, http://www.sharingcities.eu/
- Solar Together London, https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/energy/solar-together-london

PARIS, FRANCE

PLAN CLIMAT DE PARIS

대기질, 에너지 및 기후 행동 계획



https://www.paris.fr/pages/paris-pour-le-climat-2148/

● 파리시 요약 ●

비전

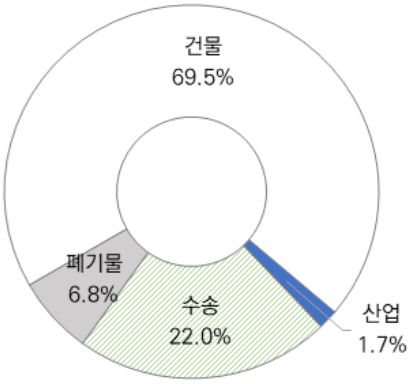
- 2050 탄소중립도시 실현
- 100% 재생에너지로의 전환 및 스마트 그리드 시스템 구현
- 시민협동조합 지원 및 지역 분산형 에너지 확대
- 수송연료로 디젤과 석유 폐기 및 수소 확대
- 노후 건물의 에너지효율 개선

관련 지표 (2004년 대비)

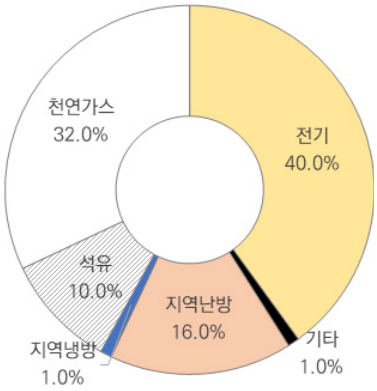
- 온실가스 배출량 2030년까지 50% 감축
- 에너지 감축 목표 2020년까지 25%, 2030년까지 35% 2050년까지 50% 감축
- 재생에너지 비중 2020년까지 25%, 2030년까지 45%, 2050년까지 100% 달성
- 지역 내 재생에너지 생산 비중 2020년 8%, 2030년 10%, 2050년까지 20% 달성

현황 (2014년)

- 파리시 탄소발자국 총 25.6백만CO2eq
- 직접 배출하는 지역 온실가스의 부문별 비중은 건물 70%, 수송 22%, 산업 1.7%, 폐기물 6.8% 순
- 최종에너지 소비 중 에너지원 비중은 전기 40%, 천연가스 32%, 등이며 2017년 기준 재생에너지는 17%에 달함



부문별 지역 온실가스 배출 비중



에너지원별 최종에너지 소비 비중

PARIS, FRANCE

PLAN CLIMAT DE PARIS

대기질, 에너지 및 기후 행동 계획

목 차

1. 파리시의 기후에너지계획

2. 현황 및 목표

    2.1. 현황

    2.2. 비전 및 목표

    2.3. 부문별 비전

3. 주요 사업

    3.1. 에너지 공급

    3.2. 건물부문

    3.3. 수송부문

1. 파리시의 기후에너지계획

파리시의 기후에너지계획은 2007년 10월, 의회에서 만장일치로 통과된 기후행동계획(plan climat de paris)에서 시작된다. 파리시는 기후변화에 대한 행동 계획을 채택한 최초의 지방자치단체 중 하나였으며, 당시 유럽 연합이 설정했던 목표보다 야심찬 목표를 제시했다.[54)]

2009년에는 프랑스 법률 제75조가 통과되어 2012년 12월 31일까지 인구 5만 이상의 모든 프랑스 도시가 지역 기후에너지계획(PCET, Plan Climat-Energie Territorial)을 수립해야하는 법적 요건이 마련되었다.

2012년 기후행동계획에서 기후에너지계획으로 개정되며 본래 설정했던 온실가스 및 에너지 목표치는 유지하되 법적 요건에 따라 지속가능한 발전 및 생물다양성 계획과 연계하였다. 또한 기후변화 적응을 위한 녹지 조성 관련 목표를 포함하고 2020년까지의 주요 지침 및 목표와 로드맵을 제시하였다.

이후 2018년 파리시는 이전 2015년의 파리 협정 결과를 반영하여 2050년까지 '탄소중립도시 실현'이라는 야심찬 비전을 담은 새 기후에너지계획(PCAET, Plan Climat Air Energie Territorial)을 발표했다. 이 계획에는 상향 조정된 목표치와 목표 달성 경로 및 기존에 비해 훨씬 세분화된 부문별 수단(건물, 운송, 에너지, 음식, 폐기물, 생활 환경, 동원, 금융 등)이 제시되었다.

기후에너지계획에 따르면 파리시는 시기별로 세 이정표를 제시했다. 2020년까지는 이전 기후 계획에 따라 조치를 가속화할 것이며, 2030년까지는 온실가스 배출량 50% 감축, 에너지 소비 35% 절감, 재생에너지 비중 45% 확보라는 중간 목표를 달성하고자 한다. 최종적으로 파리시는 2050년까지 ①필요 전력의 100%를 재생에너지로 공급하고, ②에너지 소비량을 절반으로 감축하며, ③남은 탄소발자국은 탄소 상쇄(carbon offset) 정책을 통해 탄소 중립을 이루고자 한다.

2. 현황 및 목표

2.1. 현황

파리는 프랑스 최대의 도시이며, 정치, 경제, 문화, 관광 등의 중심 도시이다. 파리의 인구는 2018년 기준 210만 명이며, 그 외 교외 지역에 1000만 명이[55)] 거주하고 있다. 반면 파리시의 면적은 약 105.4km²로, 20,000명/㎢의 높은 인구밀도를 가지고 있다. 파리에는 유럽에서 가장 큰 샤를

54) 이전 기후에너지계획 목표 (기준연도 2004년)
(1) 2020년까지 시 전체 온실가스 배출량 25% 감축, 에너지 소비 25% 감소, 그 중 재생에너지 비율 25% 달성
시 정부 온실가스 배출량 30% 감축, 에너지 소비 30% 감소, 그 중 재생에너지 비율 30% 달성
(2) 2050년까지 온실가스 감축 75%

55) Insee 홈페이지

드골 국제공항이 있으며, 유럽에서 가장 많은 관광객이 방문하는 도시다.[56]

파리시의 온실가스와 에너지부문에 대한 현황은 파리시 녹지환경국 도시생태위원회(AGENCE D'ÉCOLOGIE URBAINE)에서 발간된 두 보고서를 참고하여 2014년 현황치를 바탕으로 작성하였다. 반면 같은 년도의 수치임에도 두 자료 간의 값이 다른 부분에 대해서는 더 최신 자료를 참고했다. 동일 보고서 내에도 현황 수치들이 통일되어 있지 않는 부분들이 있어 각주를 추가하였다. 재생에너지부문 현황은 매년 발간되는 기후에너지계획 점검보고서를 통해 2017년도 현황치를 추가했다.

2.1.1. 온실가스 배출

파리 지역의 온실가스 배출량은 프랑스 환경에너지관리국(ADEME)이 처음 개발한 Bilan Carbone 방법을 사용하여 평가된다. 이 방법은 지역의 활동에 의해 발생한 7가지 주요 온실가스(CO_2, CH_4, N_2O, PFC, HFC, SF_6 및 NF_3)의 직간접배출을 평가한다. 간접배출까지 고려함으로서 이 방법을 통해 지역 간의 상호의존성을 살펴볼 수 있다. 대신 상당히 복잡한 방식의 계산법이다. 반면, 국제적으로는 2010년에 여러 국제 도시 네트워크에서 채택된 지방정부 온실가스 배출 인벤토리를 위한 국제 프로토콜(GPC, Global Protocol for the Community) 방법이 주로 사용된다. 이 방법은 지자체가 실제 여러 행동을 통해 조치를 취할 수 있는 직접배출만을 포함한다.

1) 시 전체

지역 온실가스 배출량은[57] 지방정부 온실가스 배출 인벤토리를 위한 국제 프로토콜 방식을 이용하여 산정한 경우로, 2014년 파리 지역에서 배출된 온실가스는 2004년에 비해 6.25% 감소한 6백만톤CO_2eq다.[58] 이 계산 방식에서는 목표치가 '2020년까지 2004년 대비 온실가스 배출량 26% 감축'으로 기존 목표치 25%에 비해 소량 증가한다. 1인당 탄소 배출량의 경우에는 2.96에서 2.42톤 CO_2eq/인으로 18% 감소하였다.

전체 탄소발자국은[59] 2014년 기준 6백만톤CO_2eq에 19.6백만톤CO_2eq를 더한 25.6백만톤CO_2eq이다. 이는 Bilan Carbone 방법에 따른 것으로 2004년 대비 약 10% 감소했다. 주요 감축 요인은 ①주택의 에너지 효율 향상과 서비스 부문 에너지 소비 감축, ②지속가능한 교통 정책 시행에 따른 교통부문 배출량 감소, ③배출원 관리 및 분리수거 향상을 통한 폐기물 배출량 감축이다. 반대로 온실가스 배출이 증가한 부문은 항공부문으로 현재 배출량의 3분의 1 이상이 파리 시민들의 비행기 이용과 항공화물 운송 과정에서 발생했다. 인구가 증가함에 따라 음식 소비로 인한 온실가스 배출량도 증가했다. 현재 추세로는 2020년에 약 18-20%까지 온실가스 감축 달성이 예상된다.

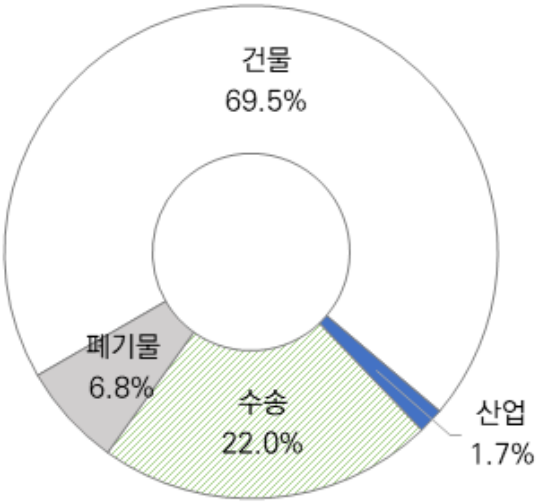
---

56) Coffey(2019)

57) 주거, 서비스 및 산업부문의 에너지 소비와 도심 교통 및 파리에서 발생하는 폐기물과 관련된 배출 등 파리 지역의 직접 배출을 의미

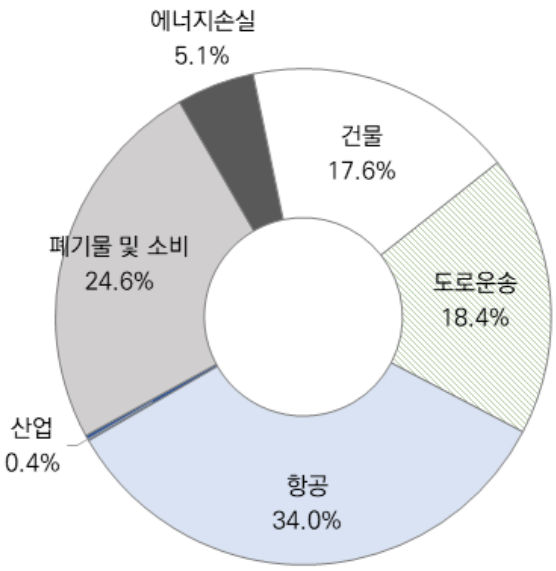
58) 2016년 계획평가보고서에는 2014년 온실가스 배출량이 5.5백만톤CO_2e로 2004년 대비 14% 감축으로 나와 있음. 당시 수송부문 온실가스 배출량 값이 누락 또는 과소평가된 것으로 추정됨

59) 지역 온실가스 배출량에 에너지 소비 이전에 생성된 상류(upstream) 배출(송배전 손실, 에너지 시설 설치 및 해체)과 식품 및 건설부문과 관련된 배출 및 파리 외부 운송(항공 운송 포함)을 포함



자료: Mairie de Paris(2016)

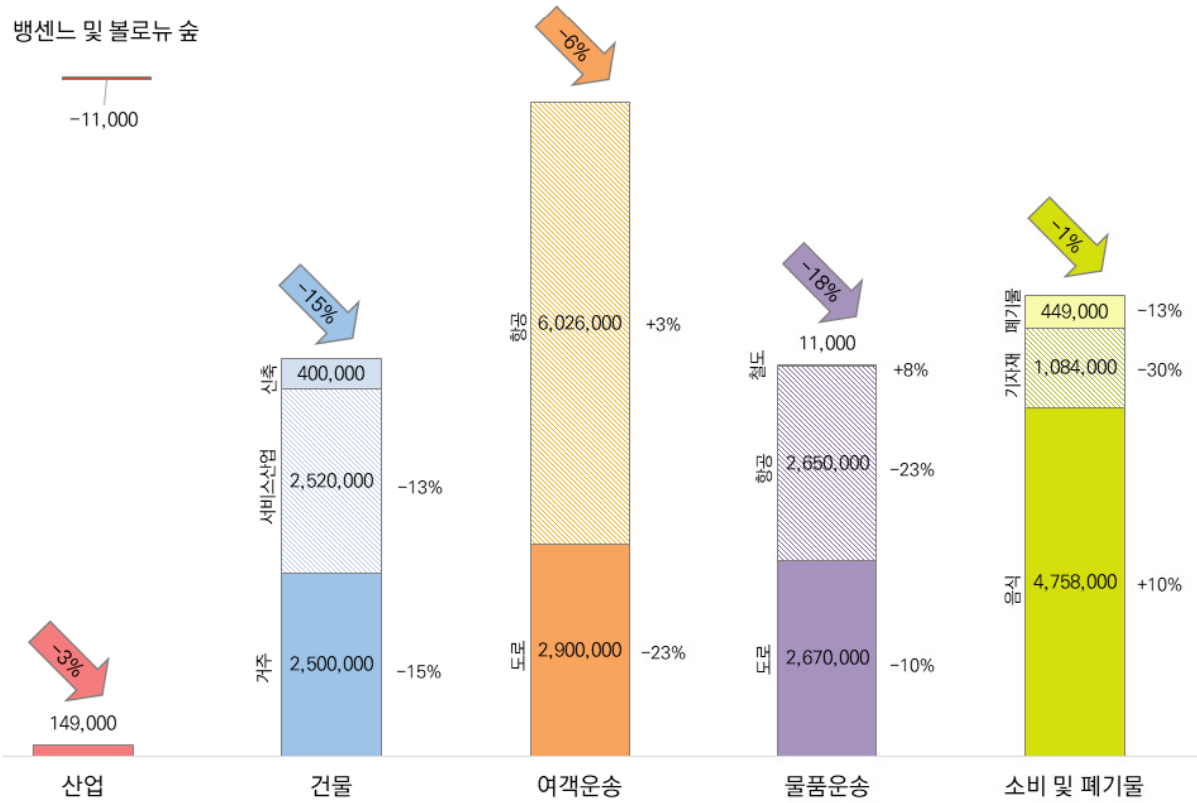
〈그림 53〉 2014년 부문별 지역 온실가스 배출 비중



자료: Mairie de Paris(2016)

〈그림 54〉 2014년 부문별 전체 탄소발자국 배출 비중

한편 2016년 온실가스 인벤토리 평가 보고서에는 감축 절대치는 25.6백만톤CO_2eq로 서술되어 있으나 감축 정도가 9.2%로 제시되어 있으나, 〈그림 55〉의 그래프에 따르면 온실가스 절댓값이 26.1백만톤CO_2eq로 건물과 수송부문의 온실가스 배출량이 2018년 기후에너지계획에 제시된 값보다 높게 측정되어 있어 파리시의 현황 평가에 주의가 필요하다.



자료: Mairie de Paris(2016)

〈그림 55〉 부문별 온실가스 배출량 및 2004년 대비 2014년 감축률

2) 시 정부[60]

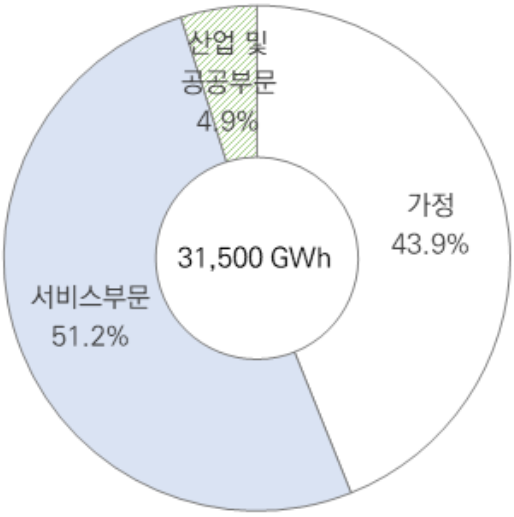
시 정부의 온실가스 배출량은 2014년 약 262천CO_2eq로 2004년 배출량 269천CO_2eq 대비 2%의 순절약을 이루었다. 그동안 지방 정부는 공공건물 리모델링, 조명 효율화 프로그램, 식품 지속가능성 프로그램, 운송 계획(Plans de Déplacements) 등을 통해 온실가스 배출량을 19% 가량을 줄였으나 파리의 공공서비스 강화 및 도시 시설 수의 증가로 상쇄되었다. 특히 분리수거 시스템 개선을 위해 폐기물 수거 차량이 증가하였다. 시의 폐기물부문 탄소발자국을 감축(-50,000톤CO_2eq/년)하기 위해 정부 기관에서 배출하는 온실가스는 증가(+7,000톤CO_2eq/년)한 것이다.

2.1.2. 에너지 소비

1) 시 전체

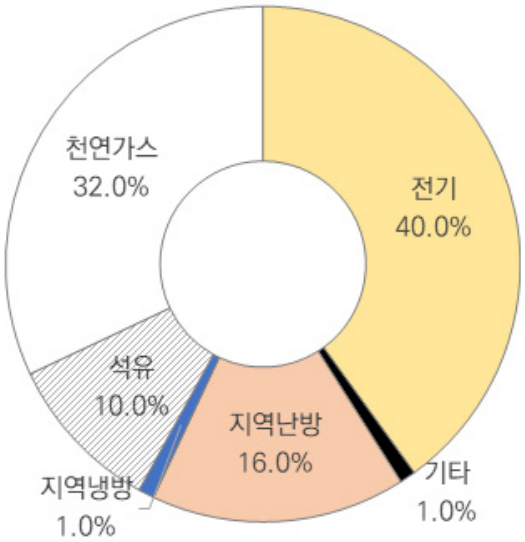
2014년 파리시의 최종에너지 소비량은 36TWh가 넘으며, 그 중 건물부문은 85%에 해당한다. 2004년에서 2014년 사이 수송 에너지를 제외한 에너지 소비량은 31,500GWh이며, 이는 10년 전에 비해 7% 감소한 값이다. 파리시에는 프랑스의 다른 지역과 달리 산업체가 거의 없으며 대부분 주택과 서비스 산업에서 에너지 소비가 이루어진다. 대부분 냉난방 소비이다. 가정부문에서는 2009년에서 2014년 사이 연간 415GWh의 에너지 절약을 이루었다. 그 중 59GWh는 5년 동안 개조된 750개의 사회주택(social housing)에서[61] 비롯되었다.

파리시의 에너지 수입 의존도는 90%이다. 에너지원별로는 전기가 가장 많이 소비된다. 이어서 천연가스와 열에너지로, 열에너지의 경우 10년 사이 도시 내 열 네트워크의 발전으로 비중이 소폭 증가하였다.



자료: Mairie de Paris(2016)

〈그림 56〉 2014년 건물부문 에너지 소비 비중



자료: Mairie de Paris(2016)

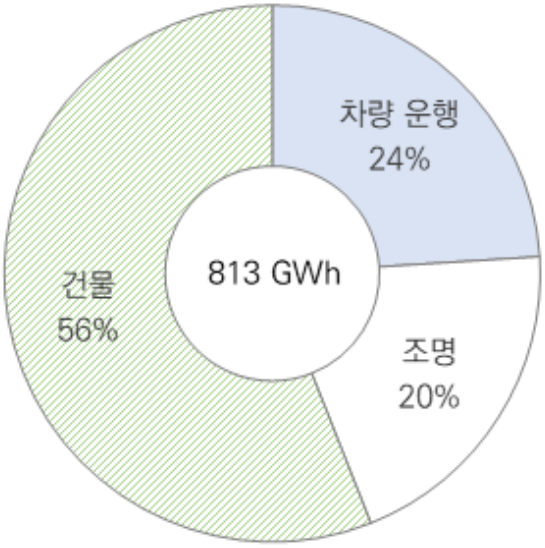
〈그림 57〉 2014년 파리시 에너지원별 소비 비중

60) 파리 시정부 기관에서 제공하는 모든 서비스에는 모든 공공시설(4백만m^2 이상 크기의 학교, 보육원, 수영장, 도서관, 묘지, 정원), 공공조명, 지방자치단체의 업무와 관련된 물품 및 교통, 폐기물 수거 등이 포함됨

61) 공식 정의는 없으나 전반적으로 시장임대료보다 저렴하게 임대되는 주택이란 의미로 사용됨

2) 시 정부

파리 시정부의 에너지 소비는 2014년 813GWh로, 10년 사이에 연평균 50GWh를 감축하여 2004년 대비 5~6%[62] 감소했다. 감축의 60%는 공공조명 부문에서 이루어졌으며 20%는 학교건물 에너지 효율 개선을 통해 이루어졌다. 공공차량 합리화 사업과 공유차량 시스템 개발 및 도시차량 현대화로 인해 자동차 연료 소비가 24% 감소했다. 반면 300개의 새롭게 설립된 시설들과 분리수거 시스템, 거리 청소 확대를 통해 추가적인 에너지 소비가 발생하였다.



자료: Mairie de Paris(2016)

〈그림 58〉 2014년 파리 시정부 에너지 소비 비중

2.1.3. 재생에너지 비율

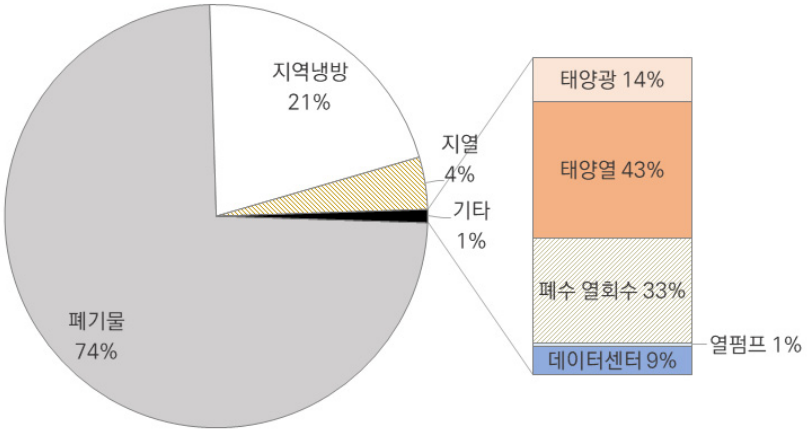
1) 시 전체

2017년 기준 재생에너지는 최종에너지소비의 17%를 차지한다. 부문별로는 지역난방의 52.3%,[63] 지역냉방의 100%, 전기에너지의 18.4%가 재생에너지로 구성되어 있다.

파리시 내에는 2014년 기준 464개의 재생에너지 설비가 설치되었으며 설비 용량은 약 2,100GWh다. 이는 연간 에너지 수요의 7%에 해당한다. 지역 내에서 생산하는 재생에너지의 가장 큰 공급원은 산업부문에서 발생한 폐기물에너지로 1,553GWh를 생산했다. 두 번째로 높은 에너지원은 센느강으로 냉수 생산에 필요한 432GWh의 에너지를 생산했다. 파리에는 58개의 지열발전소가 존재하며 이는 연간 94GWh로 2009년보다 20배나 성장하여 3위를 기록했다. 저전력 설비의 경우 12GWh 생산을 위해 설치된 50,000m^2의 태양광 패널이 개발되었다. 태양광 패널에서 생산되는 에너지의 4분의 3이 온수 생산에 사용된다. 열회수에너지는 성장하고 있는 부문으로 파리에는 세 가지 유형의 설비가 있다. 공기 열원을 이용한 히트펌프, 폐수 열회수, 데이터 센터의 폐열 회수가 그것이다.

62) 보고서 내 수치가 약간 다름

63) 폐기물 에너지 45.3%, 바이오매스(목재) 6.2%, 액체바이오연료 0.4%, 지열 0.3%



자료: Mairie de Paris(2016)

〈그림 59〉 파리 시 내 생산 재생에너지 원 별 비중

2) 시 정부

2015년부터 파리 시 정부가 운영하는 고압전력 설비들에 100% 청정 전력을 공급하기로 계약하였다. 이로써 파리시의 재생에너지 비율이 50%를 초과하며 4년 일찍 기후행동계획 목표에 도달했다. 현재 20,000m²의 태양광 패널이 시 소유 건물에 설치되어 있다.

2.2. 비전 및 목표

2.2.1. 계획 수립 과정에서의 시민 참여

탄소발자국의 75%가 소비자, 사업자, 파리 시민들과 여행객들의 활동으로부터 발생하는 만큼, 계획의 초안을 작성하는 데 최대한 많은 시민의 동원이 우선시되었다. 파리시는 새로운 기후에너지계획에 대한 사회적 공감을 얻기 위해 시민들을 대상으로 발표회와 컨퍼런스를 개최했다.

〈표 21〉 파리시 기후에너지계획 시민참여 과정

날짜	내용
2016년 7월	‘기후계획의 첫 10년에 대한 검토’ 발표[64]
2016년 11월	2050 파리의 탄소중립 시나리오를 제시한 ‘파리의 새로운 시대’ 연구 보고서 발간[65]
2017년 1월	‘기후 위기에 개인적, 집단적 기여를 위해 우리의 생활에서 바꿀 수 있는 것은 무엇인가’ 시민회의[66]
2017년 4월	토론 요약문 발표

64) Mairie de Paris(2016)
65) Paris change d’ère
66) Mairie de Paris(2017b)

2016년 11월부터 2017년 3월 말까지 700명(시민, 전문가, 협회, 전문가 및 시 공무원)이 참여하였고 100시간이 넘는 토론이 이루어졌으며 토론 요약문이 2017년 4월 5일에 발표되었다.[67] 결과적으로 시민들로부터 280개의 의견과 경제계·학계·비영리 부문으로부터 300개의 제안이 접수되었다. 이 시기는 2050년까지 탄소중립도시를 달성하겠다는 목표에 제기되는 질문과 제안들을 수용하고 이를 바탕으로 사회적 공감 비전을 개발하는 데 중요한 시기였다.
최종적으로 수립된 새로운 파리기후에너지계획에는 먼저 탄소 중립 비전 및 중장기 목표가 제시된 뒤, 아래와 같이 네 장으로 나누어 탄소중립도시 실현 전략들을 소개하고 있다.

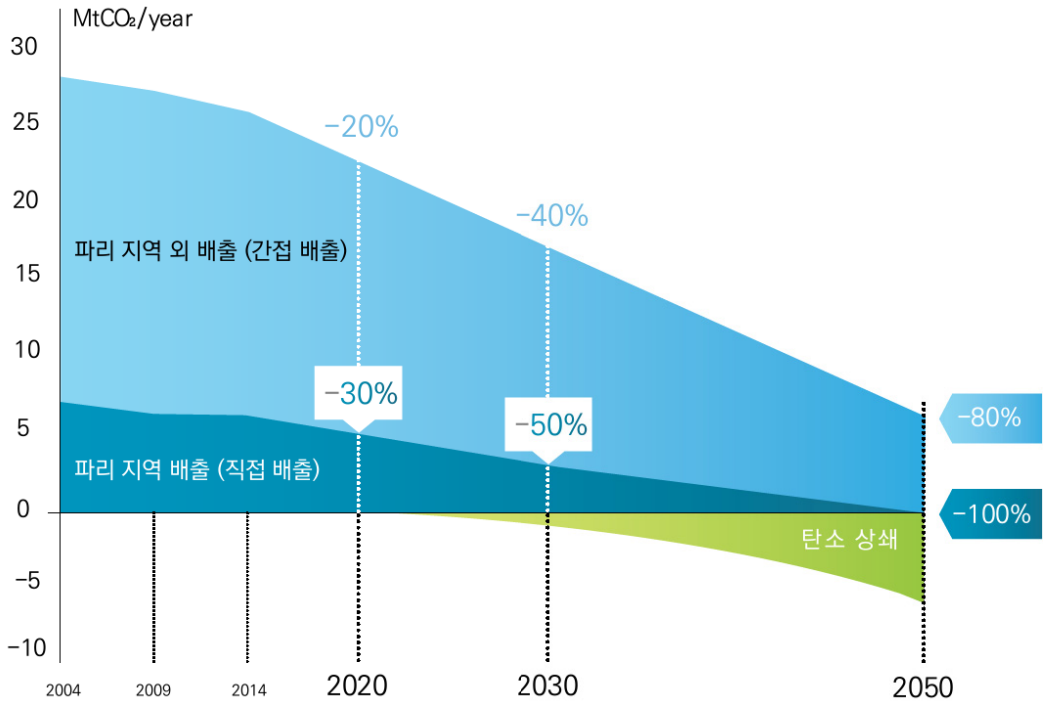
- 부문별 에너지 및 탄소발자국 감축 방안(에너지 공급, 교통, 건축, 도시계획, 폐기물, 음식)
- 환경질 개선 및 기후 적응 방안(대기질, 폭염, 생물다양성, 물)
- 도시 에너지전환 원칙(평등, 시민 및 이해관계자의 참여, 거버넌스)
- 전환에 필요한 자원(금융, 탄소오프셋 방안, 국제적 리더십)

실현 전략들은 약 500개의 목표들로 이루어져 있으며, 그 중 70개는 파리시의 직접적 조치, 40개는 국가와 공공기관이 필요한 조치를 취하도록 장려하는 옹호 활동이다. 나머지 조치는 도시와 파리 이해 당사자(시민, 경제 및 기관)와 주변 국가 간의 파트너십과 관련된 수단이다.

2.2.2. 탄소중립을 향한 계획

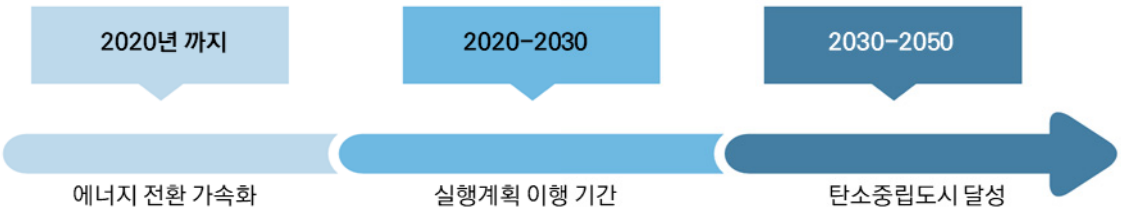
탄소중립은 파리협정의 기본 목표로, 온실가스 배출량을 흡수할 수 있는 생태계의 능력을 고려하여 인간 활동에 의해 발생한 온실가스 배출량 감축을 의미한다. 이 기후에너지계획은 2020년, 2030년, 2050년을 주요 이정표로 삼아 단계별 목표를 설정하였다. 또한 파리시는 순환경제와 저탄소 경제의 출현을 장려하여 고용과 기후라는 두 가지 과제를 함께 해결하고자 한다. 디지털 혁명에 기반해 비즈니스 관계자들이 정책적 변화에 적응할 수 있도록 적절한 투자를 이루어나갈 계획이다.

67) Mairie de Paris(2017a)



자료: Mairie de Paris(2018a)

〈그림 65〉 2050년까지 탄소중립 경로



2020년 까지	2020-2030	2030-2050
① 파리 탄소발자국 20% 감축 (지역 온실가스 배출 30% 감축) ② 에너지 소비 25% 감축 ③ 재생에너지 비중 25% 달성 (지역 내 생산 8%)	① 파리 탄소발자국 40% 감축 (지역 온실가스 배출 50% 감축) ② 에너지 소비 35% 감축 ③ 재생에너지 비중 45% 달성 (지역 내 생산 10%) ④ 화석연료와 실내 등유 퇴출	① 파리 탄소발자국 80% 감축 (지역 온실가스배출 100% 감축) ② 에너지 소비 50% 감축 ③ 재생에너지 비중 100% 달성 (지역 내 생산 20%) ④ 탄소상쇄를 통한 탄소중립 달성

자료: Mairie de Paris(2018a)

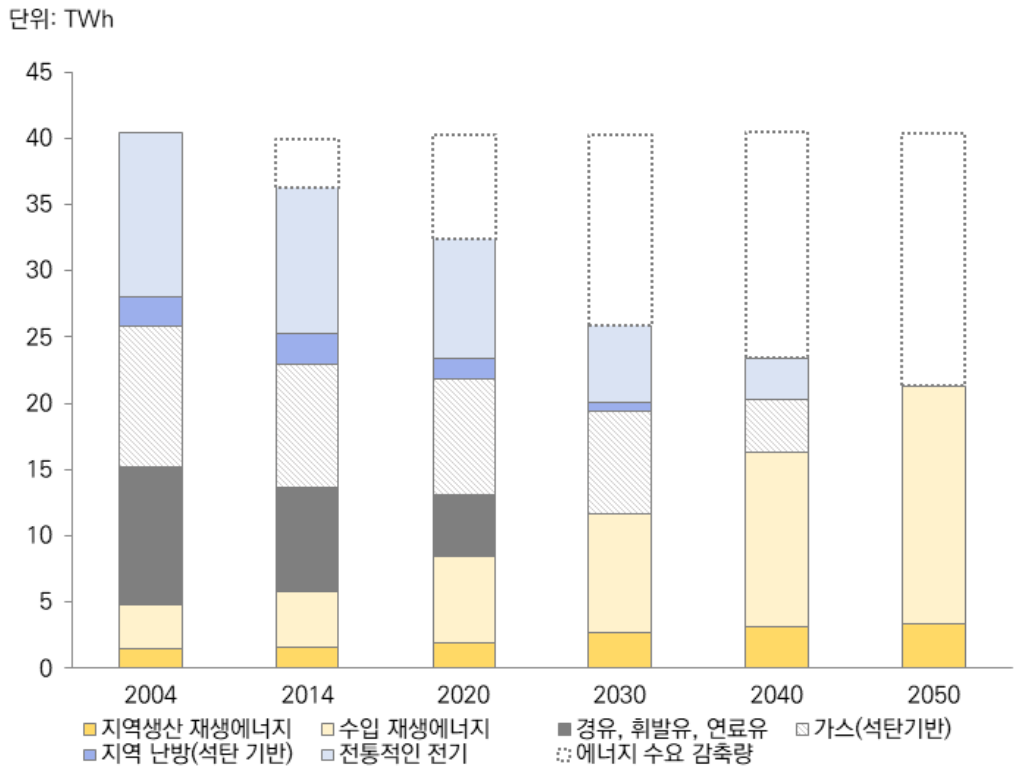
〈그림 61〉 시기별 에너지 및 온실가스 관련 목표

1) 에너지 소비 50% 절감

에너지 수요 감축은 2050년까지 전체 에너지 소비의 100%를 재생에너지로 공급하기 위해 함께 이루어져야 할 필수 요건이다. 파리시는 에너지 소비량을 2004년 대비 2020년까지 25%, 2030년까지 35%, 2050년까지 50%를 감축할 계획이다. 주요 감축 방안은 세 가지다. 첫째로 건물 개조를 통해 에너지 효율을 향상시키는 것이다. 2050년까지 백만 개가 넘는 건물과 5천만m^2 면적이 넘는 건물들을 대상으로 난방 효율화 사업을 진행한다. 둘째로 파리 시민들이 생활 속에서 저탄소 운송수단을 이용할 수 있도록 지원할 것이다. 마지막으로 가장 확실한 방안은 에너지 절약을 통한 네가와트(NegaWatt) 생산이다.

2) 재생에너지 100% 공급

파리의 에너지 시스템은 여전히 화석 연료에 크게 의존하고 있다. 이에 파리시는 지열과 태양광을 적극 개발하고 2030년까지 화석연료를 퇴출할 계획이다. 에너지 시스템의 변화는 에너지 공급망(지역난방, 지역냉방, 가스, 전기)의 변화를 의미하기도 한다. 지역난방 네트워크에서의 재생에너지 비중은 2030년에 75%, 2050년에 100%에 이르도록 할 계획이다. 현재 파리에서 소비되는 주요 에너지 유형은 전기다. 전기의 대부분은 중앙집중식으로 파리시 외부에서 생산되며, 최종 소비되는 재생에너지 중 5%만이 지역에서 생산된다. 파리시는 2050년까지 재생에너지 요구량의 20%를 현지에서 생산하여 에너지 안보를 강화하고 유연한 저탄소 모델을 개발할 계획이다.



자료: Mairie de Paris(2018a)

〈그림 62〉 파리시 최종에너지 원별 수요 전망

2.3. 부문별 비전

2.3.1. 에너지 공급 부문

1) 지역 내 재생에너지 생산 확대

파리시에서 가장 우선시하는 재생에너지는 태양광 에너지다. 파리시는 건물의 밀도가 높은 도시의 특성을 이용하여 옥상 태양광을 확대할 계획이다. 현재 파리에는 5만m^2가 넘는 태양 전지판이 운영

되고 있으며, 재생에너지 비중 100% 달성을 위해 2050년까지 약 20%의 건물 옥상에 태양광 설비를 설치할 것이다. 옥상 태양광은 기후변화가 진행됨에 따라 상당히 높은 수준의 햇빛(2017년 1,600 시간 이상)을 얻을 것으로 예상된다. 대규모 태양광 프로젝트의 경우 현존하는 규제 장벽을 최소화할 것이다. 집단적 자체 소비(collective self-consumption) 메커니즘을 통해 다양한 개인, 기업 등 소비자들이 태양광 운영자와 양허계약을 맺을 수 있도록 입법체계를 구축하고, 태양광 협동조합을 지원하는 등 시민들이 태양광 에너지 소비 및 생산에 참여할 수 있도록 지원할 것이다. 그 외에도 지열 자원을 활용하여 건물의 냉난방에 필요한 에너지를 생산할 것이다. 2050년까지 지열 발전소를 확대하여 330GWh의 에너지 추가 생산을 계획하고 있다. 파리시는 기본 재생에너지 외에도 열회수 에너지를 적극 생산하고자 한다. 땅 밑에서 발생하는 열 뿐만 아니라 데이터 센터, 세탁소 등에서 발생하는 폐열을 회수하는 시스템을 개발할 것이다.

2) 스마트 그리드 구축을 통한 재생에너지 공급

파리시는 대부분의 에너지를 시 외부에서 수입하여 12,000㎞가 넘는 전기, 가스, 난방 및 냉각 에너지 공급망을 통해 공급받는다. 파리시의 에너지 공급망은 2030년까지 스마트 시스템으로 전환될 것이며, 파리 시민들을 대상으로 에너지 관리 캠페인을 수행할 계획이다. 또한 각각의 에너지 공급망의 청정화 방안에 대해 분석하고 재생에너지 비중에 대한 구속력 있는 목표를 발표할 것이다. 최종적으로는 2024년까지 석탄은 단계적으로 완전히 폐지될 것이며, 가스 및 석유는 겨울철 에너지 피크 때 보조 에너지로 소비되다가 2030년까지 바이오 가스 및 바이오 연료로 대체될 것이다. 추가로 열에너지를 생산하는 폐기물 에너지, 바이오매스 및 열 회수 시설을 확장할 것이다.

3) 분산형 에너지 모델 구축을 위한 공공 에너지 데이터 서비스 개발

파리시는 2050년까지 파리 시민들을 위한 청정에너지 권리를 장려하고자 한다. 시민들의 에너지 접근권 확대를 위해서는 분산형 에너지 공급망을 안전하게 통합 관리하고 여러 지역의 에너지 관련 정보 교환이 이루어져야 한다. 이에 파리기후위원회(Agence Parisienne du Climat, APC)는 공공 에너지 데이터 서비스를 개발했다. 파리시는 공공 에너지 데이터 서비스를 통해 이해관계자 간에 문제를 공유하고 에너지 관련 의사결정에 대한 지침을 제공할 것이다. 예를 들어, 공공정책을 지원하기 위해 에너지 빈곤 모니터링, 건물 에너지 사용량, 에너지자원지도 등 심층 분석 자료들을 생산할 것이다. 동시에 일반 시민들이 에너지전환 과정에서 혜택을 얻을 수 있도록 무료로 관련 정보를 제공하고 요청하는 시민에게 개인 자문도 이루어질 계획이다.

4) 지역 파트너십 구축

도시는 국가 및 유럽 차원에서 100% 재생에너지 시스템으로의 전환을 지원하고, 지역 내 재생에너지 생산 능력을 개발하기 위해 노력하고 있다. 파리시는 2020년부터 재생에너지 생산 시설에 대한 자체 투자를 보충하고 광역 파리 지역의 추진력을 높이기 위해 농촌지역 협력 프로젝트에 참여하여 재정 및 기술을 지원할 것이다. 또한 2030년까지 파리 시민들과 지역 사업자들에게 재생에너지 전

력의 이점을 상기시켜 구입을 권장할 것이다. 현재 시 소유 건물과 파리 공공조명 시스템에 공급되는 전기는 100% 재생가능해야 한다. 파리는 그랑파리 광역권을 포함한 다른 지자체와 연계하여 지역 간의 재생에너지 공급을 위한 협력을 검토 할 것이다.

파리 시에 100% 재생가능에너지를 공급하기 위해서는 2050년까지 50km²의 태양광 패널, 3,000개의 풍력 터빈, 2030년까지 9TWh의 바이오 가스가 필요하다. 파리기후위원회는 파리 시민들과 사업자를 위한 혁신 프로젝트를 지원한다. 또한 파리기후행동헌장(Charte Paris Action Climat)을 설립하여 기업이 자발적으로 기후 변화에 대응할 수 있도록 하고 있다.

5) 재생 가능한 에너지 생산을 위한 혁신 지원

파리시는 탄소 중립을 가속화 할 수 있는 여러 신기술을 개발·도입하고자 한다. 예를 들어 수소 에너지 개발, 바이오매스 및 폐기물 에너지 회수 기술 및 녹색 디지털 서비스의 개발 등이 있다. 공공수도 운영자 오 드 파리(Eau de Paris)는 식수 공급 네트워크에서 마이크로 및 피코 터빈을 설치하고, 식수가 아닌 수자원을 열 전달 매개체로 이용하는 방안을 고려하고 있다.

2.3.2. 건물부문

1) 대규모 건물의 에너지 효율화

2050년에 존재할 건물의 95%는 현재 존재하는 건물 또는 곧 완공되는 건물이다. 또한 파리의 건물은 대부분 노후화되었으며 그 중 70%가 에너지 비효율적이다. 이에 파리시는 2050년까지 기존 건물이 높은 에너지 효율 표준에 부합하도록 개조할 것이다. 개조 시에는 파리의 건축 유산을 보존하면서도 환경 영향을 줄이고 환경 친화적인 재료를 사용할 계획이다. 에너지 이용 합리화 사업을 통해 대규모 지역 일자리가 창출될 것으로 예상된다.

에너지전환에 관한 녹색 성장(TECV, Loi de Transition Énergétique는 Croissance Verte) 법에 따라 2,000m² 이상의 기존 건물에 최소 25%의 에너지를 감축시킬 에너지 효율화 사업을 수행해야 한다. 2020년까지 30,000개의 사회주택과 300개의 학교, 50,000개의 집합 건물(jointly owned properties)을 개조할 것이다. 2030년까지는 건물부문의 에너지 소비를 2004년 대비 2/3로, 2050년까지는 소비를 절반으로 줄이고자 한다. 건물 에너지 비용 또한 크게 줄 것이다.

서비스 부문의 건물도 파리기후행동헌장에 따라 자발적으로 개조해나갈 것이다. 추가로 서비스 건물의 경우 야간 조명 사용을 제한할 계획이다. 2050년까지는 백만 개의 건물을 개조하고 5천만㎡ 이상 면적의 건물을 대상으로 난방 개조 사업을 진행할 것이다. 에너지 합리화 사업에 필요한 자금의 경우 제3자 조달 기관과 공공 기금을 통해 전액 조달이 가능하도록 한다.

2) 신축 건물에 높은 에너지 성능 규제

파리에 지어지는 신축 건물은 저탄소 또는 에너지를 생산하는(Positive energy) 건물이어야 한다. 2018년부터 파리의 모든 새 건물은 에너지 소비량이 규제된다. 건물에서 소비되는 재생에너지 비중

의 경우 2030년까지 60%, 2050년까지 100%를 달성해야 한다. 기술적인 건물 성능을 높이는 것 외에도, 빠르게 변화하는 라이프 스타일에 맞게 건물의 사용 및 관행을 재고한다. 목표는 2030년까지 사무실 공간의 30%가 그 외의 기능(가정용 주택, 호스텔, 사무실 및 작업장 등)을 가지도록 하며, 2050년까지 50%에 달하게 하는 것이다.

3) 건물의 에너지 관리 시스템 개선

스마트 에너지 관리 시스템을 구축하고 사용자가 에너지 소비를 적극 감축하도록 격려하는 것이 중요하다. 2050년까지 에너지 소비를 절반으로 줄이려면 건물 사용자가 자신의 책임을 인지하고 설치된 기술의 성능을 지속적으로 모니터링하는 노력이 필요하다. 건물 관리인에게 건물 운영에 관한 교육을 제공하여 전문 지식을 습득할 수 있도록 하고 지역 고문 역할을 수행하도록 할 것이며 또한 APC와 사회 주택 공급 업체가 개발한 다양한 교육 과정을 소개할 것이다.

4) 주택 에너지 빈곤층 해결

파리시에는 2018년 기준 소득의 10% 이상을 에너지 소비에 사용하는 에너지 빈곤층 77,000가구가 존재한다. 2020년까지 파리시는 에너지 빈곤층 20% 감축을 목표로 한다. 이를 위해 에너지 공급 업체와 지역 협정을 맺어 에너지 빈곤 예방을 위한 실행 계획을 수립할 계획이다. 사회적 지원뿐만 아니라 에너지 관리 개선을 위한 사회기금(FSATME, Fonds Social d' Aide aux Travaux de Maîtrise de l' Énergie)의 지원을 받을 수 있는데, 이는 저소득층의 임차인과 거주자를 돕기 위해 고안되었다. 그 외에도 에너지 바우처 제도를 통해 어려움을 겪고 있는 파리 가정에 보조금을 지원할 것이다. 이 제도는 에너지 비용에 대한 재정적 지원을 제공할 뿐만 아니라 에너지 효율 개선을 통해 에너지 빈곤층의 위험을 방지하기 위한 조치를 포함한다.
향후 30년 동안 파리는 20만 가량의 새로운 거주자를 지속적으로 수용할 것으로 예상된다. 이에 파리시는 2020년까지 비어 있거나 가끔 거주하는 주택에 세금 또는 추가 숙박세를 도입하여 주택시장에 물량이 충분히 공급될 수 있도록 할 것이다. 일시적으로 빈 건물은 사회적 취약계층을 위한 비상숙소 센터로 사용되도록 노력할 것이다. 또한 주거지에서의 숙박시설 공유와 공용 구역이 확대되고 있다. 이러한 생활 방식을 통해 주택 비용을 줄이고 넓은 지역을 공유 할 수 있다. 파리시는 건축계획자, 부동산 개발업자 및 건설 운영자들과 협력하여 신축 주거건물의 공용 공간(작업실, 도서관, 작업장, 세탁실 등)을 마련하는 등 새로운 공간의 생성을 통해 주택 비용을 줄이고자 한다.

2.3.3. 수송부문

1) 차량의 통제 및 감축

파리시는 청정 이동수단(clean mobility) 및 활동적 이동수단(active mobility)을 확대함과 동시에 2024년까지는 디젤 차량을, 2030년까지는 가솔린 차량을 단계적으로 없앨 계획이다. 이를 위해 저공해 구역(ZCR, Zone de Circulation Restreinte)을 지정 및 확대하고 있다. 또한 기업과 가정의

저탄소 차량 이용을 독려하기 위해 보조금 지원 제도를 도입하고 있다. 예를 들어 오염물질 배출량에 따른 차등 주차 가격이 적용될 계획이다.

2) 저탄소 교통수단의 사용이 편리한 도시 공간 확대

파리시의 교통망은 밀집된 특성을 갖고 있어 도보 및 자전거의 이용이 편리하다. 파리시는 지역별 자전거 도로를 설치하여 자동차로부터 100% 자립 가능한 도시를 구축하고자 한다. 또한 보행자 도로를 확충하여 교통에 사용되는 에너지를 줄이고자 한다. 파리 시의회는 도시 중심부에 도보와 자전거 및 대중교통의 접근성을 높이고자 상징적인 광장을 설치했다. 더 나아가 2024년까지 도보여행객들의 편의를 위한 '숨 쉬는 파리(Paris Breathes)' 계획을 이행하여 도보 및 자전거 이용자의 안전을 보장하고 생활양식에 기여할 것이다. 파리 시내의 모든 길에 자전거를 이용할 수 있도록 새로운 자전거 도로를 개발하고, 자전거 주차 공간을 확대하며, 주요 노선을 제외한 모든 도로에서 시속 30km로 속도를 제한하고 있다. 자전거 운전자의 속도에 따라 신호등을 조정하는 등 보다 혁신적이고 효율적인 도로 시스템에 대한 검토도 이루어질 예정이다.

3) 공유 자동차 및 저탄소 이동수단 지원

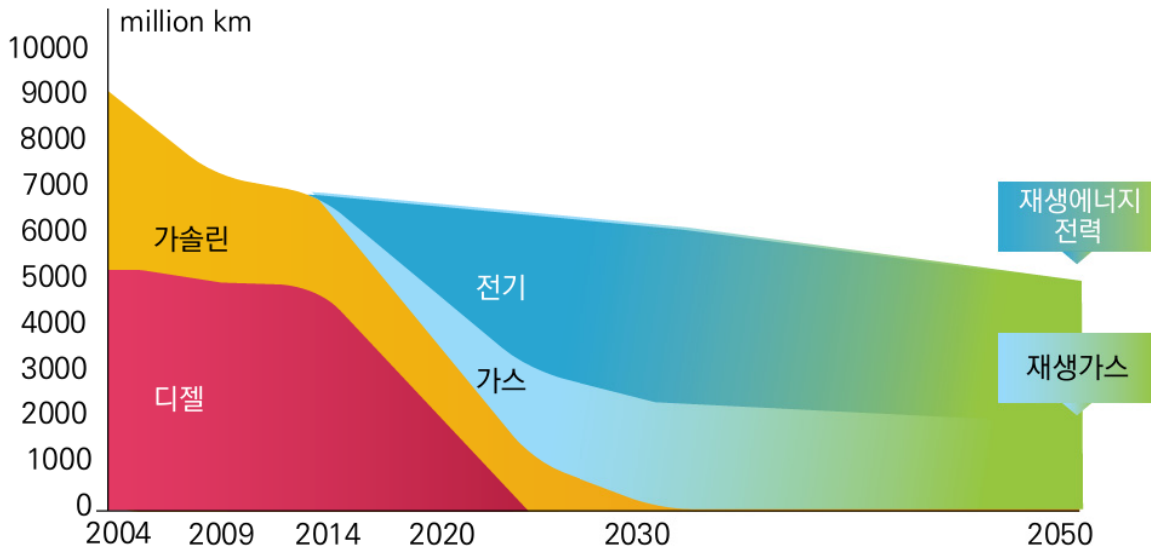
파리시는 공유 자동차 문화 장려를 위해 2020년까지 공유 자동차를 위한 주차 공간을 확대할 계획이다. 또한 2025년까지 저탄소 대중교통 서비스를 운영하겠다는 목표를 세웠다. 목표 달성을 위해서는 대중교통부문에 상당한 투자가 필요하다. 이를 위해 대중교통 부가가치세 감축을 위한 캠페인을 진행할 것이다. 또한 개인 차량을 대신할 수 있을 만큼 편리한 대중교통을 제공하기 위해 고속 대중교통 노선(RTL-전기 버스)의 설립을 확대할 것이다. 이 외에도 파리시는 2020년까지 일 드 프랑스 모빌리티(Île-de-France Mobilités)에 단일 여행패스 상용화를 촉구할 것이다. 이 패스를 소지한 사용자는 모든 대중교통 수단을 이용할 수 있다. 자전거 이용의 확대를 위해 파리시는 새로운 인프라를 만들고 공공 자전거의 점유율을 3배로 늘려서 자전거 여행이 전체 여행의 15%가 되도록 기반을 마련하고 있다.

4) 저탄소 도시 물류 시스템 구축

전자 상거래와 같은 새로운 소비 모델의 성장은 도시 물류의 증가를 가속화하고 있다. 오늘날 대부분의 물류는 주요 소비 지역 외곽에 위치하고 있어 온실가스 배출이 추가로 발생한다. 파리시는 도시 중심에 복합 인프라를 포함한 도시 물류 시스템을 구축하여 이러한 문제를 해결하고자 한다. 2020년까지 파리시는 일 드 프랑스 지역과 그랑 파리 광역 수도권 기관 및 다른 7개 구역과 연계하여 도시 물류 거버넌스 시스템을 구축하고자 한다. 2030년까지 상호 연결 기능을 갖춘 새로운 자동화 물류 시스템이 도심부터 점진적으로 구축될 것이다. 철도 운송 외에도 센 강과 운하의 내륙 수로 운송은 도로 교통의 대안이 된다. 에너지 효율관점에서 내륙 수로 운송은 도로 운송보다 다섯 배 적은 연료와 톤당 2.5배 적은 이산화탄소를 배출한다. 2030년까지 프랑스 내륙 수로 기관(Voies Navigables de France, VNF)과 제휴하여 하천 화물 운송을 개발할 예정이다.

5) 친환경차 기술개발 지원

전기자동차 시장은 빠르게 성장하고 있다. 전기 차량을 이용하면 대기질이 직접적으로 개선되는 효과가 있지만, 이용량이 확대됨에 따라 전기 수요 충족에 어려움이 있다. 이를 위해 전기 및 하이브리드 차량 충전을 위한 시스템 구축이 필요하다. 전기차 시장의 성장은 배터리 및 전기 공급 분야의 개발로 이어지며, 수소 자동차의 개발을 예고한다. 이러한 개발 방향 유지를 위해 파리시는 수소 자동차 개발 전략을 새롭게 수립 할 것이다.



자료: Mairie de Paris(2018a)

〈그림 63〉 파리 시내 도로 교통수단 에너지 믹스

파리시는 또한 무인 차량 개발을 통해 탄소발자국을 더욱 줄이고자 한다. 이 차량은 전기로 운행되며 적은 에너지를 소비하고 온실가스를 방출하지 않도록 프로그램 되었기에 환경적인 이점이 있다. 무인 차량은 통합 기술을 통해 양방향 통신과 실시간 상황분석으로 다양한 시나리오를 예측할 수 있다. 현재 실험 단계에 있으며 도시에서의 사용을 최적화하려면 여전히 개선이 필요하다. 파리시는 2024년을 목표로 대중교통 네트워크 내에서의 무인 셔틀 차량 개발을 시행할 것이다.

파리 교통에 직접적인 영향을 미치지는 않지만 파리 사람들의 휴양 또는 업무를 목적으로 하는 항공 여행은 파리 전체 온실가스 평가의 주요 구성 요소이다. 파리는 탄소 배출량 평가에 항공 배출량을 포함하는 몇 안 되는 도시 중 하나이며, 이 분야의 환경 발자국 개선 필요성을 주장하고 있다. 한편, 철도 여행은 단거리 혹은 중거리 여행을 할 때 항공기에 비해 온실가스 배출량이 훨씬 적기 때문에 파리시는 유럽 철도 네트워크 강화 전략을 시행하고자 한다.

3. 주요 사업

3.1. 에너지 공급

3.1.1. 냉난방을 위한 에너지기본계획 수립

프랑스의 녹색 성장을 위한 에너지전환법에 따라 2018년부터 파리시를 포함한 그랑 파리 권역을 위한 냉난방 에너지기본계획(schema directeur des reseaux de chaleur et de froid)을 수립하였다. 이 계획은 2020년까지 난방 공급의 60%를, 2050년까지 100%를 재생 에너지로 대체할 것을 목표로 하고 있다. 현재 냉난방 전력 공급망의 경우, 총 470km의 지하 공급망이 설치되어 있고 연간 5,000Gwh의 열에너지를 공급하고 있다. 이는 프랑스 열에너지 공급망의 20%를 차지하며, 약 42만 가구에게 공급 가능한 에너지 규모다. 또한 냉방 에너지의 경우, 약 75km의 지하 공급망이 설치되어 있으며 연간 450GWh를 전달한다.

3.1.2. 국가 에너지 분권화 지지[68)]

2018년 3월 22일 파리 시장의 주도로 보르도를 포함한 프랑스의 20여개의 지방 정부는 에너지 분권화를 옹호하는 공개서한에 공동 서명했다. 이들은 에너지 탈중앙화 비전을 가진 협회와 프랑스 지역사회들과 연합하여 지역사회를 위한 에너지 및 기후변화 세금 방향 전환과 에너지 탈중앙화 정책을 위한 법률을 요구했다. 에너지 분권화를 위해 지역 사회는 고립되는 것이 아니라 협력하고 관계를 발전시킬 수 있다. 주변 도시의 재생에너지 생산을 위한 농촌 지역의 역할이 중요해질 것이다.

5대 탈 중앙화 비전

- 지역 간 연대를 위한 파트너십 구축
- 시민 사회의 참여
- 허가 당국의 에너지 분산 네트워크 관리 참여 확대
- 지역 공공 데이터베이스 서비스 개발
- 분산형 에너지로의 전환을 위한 새로운 금융 수단 개발

3.1.3. 태양광 협동조합 EnerCit'IF[69)]

2016년 파리시의 시만참여 예산제[70)]에 태양광 협동조합 프로젝트에 관한 아이디어가 제시되었다.

68) Mairie de Paris(2018b)

69) Enercitif 프로젝트는 Energie Partagée 네트워크에 의해 주도되는 시민 에너지 운동의 일환으로, 분산형 에너지 모델을 옹호하며 프랑스의 300개의 프로젝트와 파리 지역의 12개 시민 프로젝트와 긴밀히 협력하고 있음

70) 2014년 9월부터 실시된 제도로 시민들이 시의 예산 중 5%의 용도를 직접 프로젝트를 제안하고 결정하는 시민참여 수단임

최종 선정된 협동조합 EnerCit'IF는 2백만 유로를 지원받았다. 이후 2017년부터 공식적으로 협동조합 참여자 모집을 시작했고 환경회의와 파리 광역권 기후 계획의 재생에너지부문을 논의하는 포럼 등에 참여하며 태양광 협동조합의 시민참여 방안, 소통 체계, 기술적인 부분들을 발전시켜 나갔다.

2019년 4월 파리 의회로부터 파리 최초 아홉 개의 시민 태양광 발전소 건축 허가가 통가되었다. 투자금은 총 백만 유로 가량이며 협동조합원과 시 정부가 공동으로 조달한다. 협동조합은 2019년 초부터 파리 시민들에게 열린 모금을 진행했다. 일반 시민의 경우 1인당 100유로, 학생과 실업자의 경우 1인당 10유로를 투자할 수 있고, 협동조합 일원이 되면 협동조합의 지배구조에 대한 투표권을 갖게 된다. 2019년 9월 기준 250명의 조합원들이 13만 유로를 투자했다.

2019년 7월 4일에는 파리의 19구에 있는 조르주 브라상(Georges Brassens) 대학의 지붕에 최초로 시민 태양광 발전소 건설을 시작했다. 2020년까지 시민태양광 발전소는 아홉 개의 대학 및 학교 건물 옥상을 포함하여 수도 사업, 공공주택 및 공공건물의 옥상에 발전소를 설치할 계획이다. 13, 17, 18, 19 및 20구의 12개의 건물 옥상이 확보되었다. 옥상 태양광 발전소는 작은 단위로(1.5~2㎿h) 시작하여 계속 확장해나갈 것이다. 생산된 전력은 전력 공급 업체 Enercoop에 판매되어 고객에게 재분배된다.

이 프로젝트를 통해 2020년 말까지 3,000㎡ 이상의 태양광 패널을 설치하고 에너지전환에 대한 학생과 교사의 인식 향상에도 도움이 될 것으로 예상한다. 시민 태양광 발전소는 최종적으로 연간 1,400~1,900㎿h의 전력을 생산할 것으로 예상되며 이는 약 500~600가정의 전기 소비량에 해당된다.

3.2. 건물부문

3.2.1. 건물 개보수 프로그램

1) 사회주택 보수

파리시는 사회주택의 에너지 효율화 사업을 계속적으로 지원할 예정이다. 목표는 2004년 대비 2030년에 모든 사회주택의 에너지 소비를 35%, 2050년에 60% 절감이며, 목표 달성을 위해 시는 저소비 표준에 따라 매년 5,000개의 주택을 기존 건물의 에너지 소비량 제한치인 80㎾h/㎡/년과 최고 성능 표준에 부합하도록 개조할 것이다. 2050년까지 파리의 모든 주택을 개조하려면 2030년부터 최소 50%의 비용을 절감하면서 연간 4만 건의 개인 주택 비율로 보수 공사를 완료해야한다.

2) 친환경 리모델링 프로그램(Éco-rénovons PARIS)[71]

파리시 주거건물의 75%는 47,000개의 콘도미니엄[72]으로 그 중 90%는 첫 단열 규제 시행 전에 건축되었다. 파리시와 파리기후청은 2016년부터 2020년까지 5년에 걸쳐 1000여 개의 콘도미니엄

71) Éco-rénovons Paris: les copropriétés accompagnées

72) 콘도미니엄은 다가구 주택의 일종으로 우리나라의 아파트와 비슷한 개념이다. 빌딩 내에 있는 개별 주택을 개별적으로 소유할 수 있는 주택을 의미

을 대상으로 친환경 개조를 지원하며, 그 중 50%에는 건물 녹화를 진행할 계획이다. 건물 효율화 사업에 포함되는 내용은 건물의 안전성 향상, 지붕 및 테라스의 녹화, 환기 시스템 향상, 이중창 설치 및 단열 시공 등이다. 세 번의 신청기간을 거쳐 2018년 6월 기준 약 505개의 주택 건물(약 3만 가구)에 개선 사업이 시행되었다.

서비스 부문의 경우 2016년 건물 개조 면적이 6천만m^2에 달했다. 파리시는 2020년 이후 상점, 자영업자 등 소규모 서비스 부문 운영자가 수행하는 개선 사업을 위한 특정 지원 프로그램을 설립할 것이다. 이렇듯 다양한 건물 에너지 개선사업이 진행되어 총 1,491개의 주거지역이 1136만 유로의 에너지 개조 해택을 받았다.

〈표 22〉 파리시 및 프랑스 환경에너지관리국(ADEME) 주도하에 시행된 건물에너지 개선 사업 및 건물 수

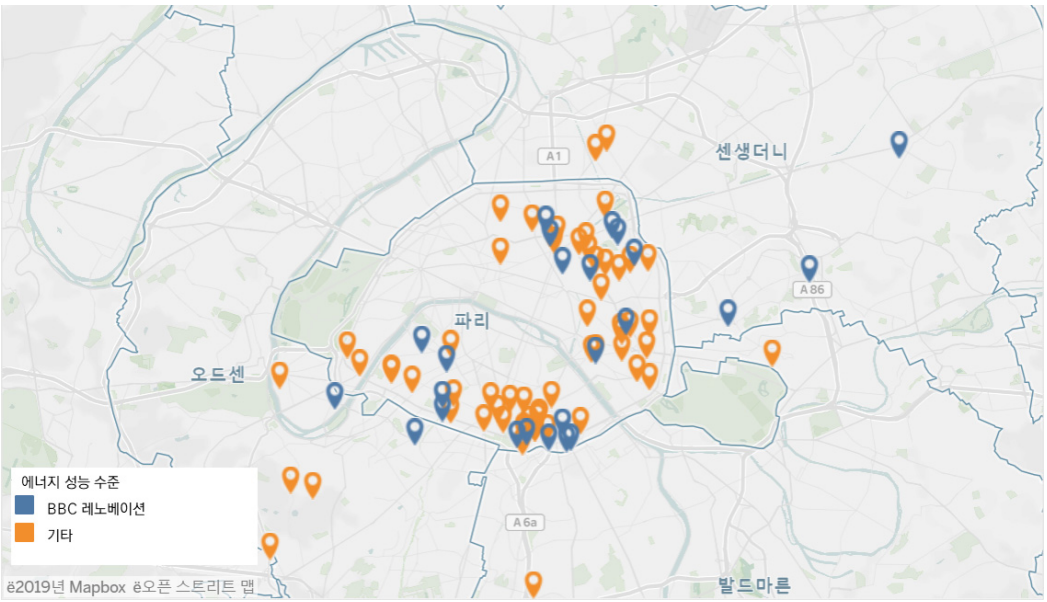
(단위: 개)

시행년도	사업 건수	파리시 주도 건물	ADEME 주도 건물	전체
2017	44	79458	15936	95393
2018	145	332113	125840	457953
총	178	411570	141776	553346

자료: AGENCE D'ÉCOLOGIE URBAINE(2018)

3.2.2. 코치코프로 플랫폼

프랑스는 국가 온실가스 감축 목표를 달성하기 위해 2013년 거주 건물에너지 합리화 계획(le Plan de Rénovation Energétique de l'Habitat, PREH)을 수립하였다. 이후, 이를 지역수준에서 가속화하기 위해 환경에너지관리국(ADEME)과 지자체의 협력을 통해 국가 에너지 개선 플랫폼(PTRE, Plateforme territoriale de la rénovation énergétique)을 개발했다. 이 플랫폼은 전문 사업자(공급자)와 고객(수요자)을 연결시켜 주택 에너지 합리화 사업 시장을 활성화시키는 역할을 한다. 2015년부터 파리기후위원회(Paris Climate Agency)는 파리 광역권(Greater Paris Metropolis) 차원에서의 플랫폼으로 코치코프로 플랫폼(CoachCopro platform, PTRE)을 개발하여 시범운영 중이다. 2017년 12월 기준 이 플랫폼에는 파리 시내의 2,200여 개의 콘도미니엄(약 12만 가구)과 240개의 관련 사업자가 등록되어있다. 나아가 에너지 개조 주택 모범사례를 소개하고 개조 주택이 표시된 지도를 제공하고 있다.



자료: Coachcopro CARTE DES COPROPRIÉTÉS RÉNOVÉES

〈그림 64〉 코치코프로 플랫폼 지도

3.2.3. 건물 에너지 규제

1) 건물 에너지 등급

파리시는 프랑스 정부가 제시한 매우 낮은 소비 기준을 따라 기존 건물 재고를 혁신한다. 건물의 소비 수준에 따라 이 전략은 사전 정의된 일정에 따라 건물을 개조해야하는 구속력 있는 의무를 가진다. 현재 에너지 등급 F 및 G 건물은 2030년까지, D 및 E의 건물은 2040년까지 개조가 이루어져야 한다.

2) 신축 건물 규제

2018년부터 E+C-(Energie Positive & Reduction Carbone) 정책 규정에 따라 파리시에 건설되는 모든 새 건물은 50kWh$_{pe}$/㎡SP/년[73] 이하의 에너지 소비 한도를 준수해야한다. 또한 탄소 중립 목표 달성을 위해 2030년까지 모든 신축 건물은 전체 에너지 소비의 60%를 신재생에너지로 공급해야하며, 2050년까지는 100% 재생에너지로 공급해야 한다.

73) kWh$_{ep}$는 온도 조절 또는 에너지 성능진단에 사용되는 측정 단위임. kWh$_{ep}$는 전기를 생산하고 수송하는 데 필요한 에너지를 의미함. 일반적으로 1kWh는 2.58kWh$_{ep}$에 해당됨. 이 계수는 국가 및 전기 생산 방식에 따라 다름. 이 지표는 RT 2012에서 최대 50kWh$_{ep}$/m^2/년의 소비가 필요할 때 실제로 19kWh/m^2/년을 의미. 한편 SP(Surface de plancher)는 프랑스 건축법에서 사용하는 바닥 면적의 단위로 천장 높이가 1.8m 이상이 되는 폐쇄된 건축물의 모든 면적의 합을 뜻함

3.3. 수송부문

3.3.1. 자동차 감축

파리시는 자동차 사용 감소 정책으로 다음의 일들을 추진하였다. ①700㎞의 사이클 전용 도로 추가 ②23,600대의 셀프 서비스 자전거 대여(Velib 사업) ③1,100여 개 스테이션을 통한 중심가 셀프 서비스 전기차 대여(Autolib 사업) ④파리 근교 지하철 노선 확장 ⑤트램 노선 24㎞ 증설.

본 정책의 성과는 다음과 같다. 먼저 시립 운송 시스템이 소유한 차량을 조사한 결과, 2008년 대비 2017년 대형 트럭과 이륜자동차를 포함하여 총 16.1%의 차량이 감소하였다. 전기 및 하이브리드 차량의 비율은 2012년 6%에서 2017년 5배 증가한 29%에 달하였으며, 이산화탄소 배출량은 2004년 대비 2015년에 16% 감소하였다.

3.3.2. 탈경유 정책

파리시는 대기질 개선을 목표로 탈경유(DPE, Diesel Parts Europe) 정책을 실시하였다. 2012년 말 기준으로, 파리시의 경유차는 전체 차량의 총 36%를 차지했다 2015년 말 이후부터 경유차의 파리 시내 출입 금지를 실시했다.

2014년, 탈경유 정책을 시행하기 위하여 시 소유 차량 250대 중 157대가 교체되었으며, 교체된 차량은 모두 천연가스 모터를 사용한다. 현재는, 각종 수거부문 시 소유 차량의 83%가 천연가스 차량이다. 또한 2017년부터 총 171개의 보도 청소용 차량의 엔진을 교체하였으며, 그 중 75개는 진공청소용, 그리고 96개는 물청소용이다. 새로 교체된 엔진은 모두 전기 및 하이브리드 엔진이며, 2018년 기준, 파리시 전체에서 사용되는 물청소 차량의 91%와 진공청소 차량의 84%가 교체되었다.

3.3.3. 보도 확장

보도 확장 정책은 2017년 시행된 정책으로서 보행자 도로를 연속적으로 확장하여 구축하고 단순화하여 필요한 곳에 보행자 도로 인프라를 확충하는 사업이다. 도로 사용의 다양성을 장려하여, 도로 내 녹색 지역(green area)과 어린이 보행자 도로 등이 서로 교차되도록 설계하였다. 공공장소 쾌적성 향상을 위해, 시속 30km 속도 제한 구역을 확장할 예정이며, 도시 내에 효과적인 랜드 마크를 구축하여 보행자들의 안락과 편의, 그리고 도시 인지도를 높일 것이다. 또한 시민들에게 도시 내 보행 생활을 장려함으로써 파리 시내의 보행 문화를 강화하고자 한다.

3.3.4. 자전거 도로

1) 자전거 도로 계획

파리시는 2015부터 2020년까지 5년에 걸쳐 1억 5천 만 유로의 투자를 통해 자전거 사용량 3배

확장을 계획하고 있다. 2017년 기준, Le Boulevard Voltaire 지역과 George Pompidou 지역 등에 새로운 자전거 도로가 건설되었다.

2) REVe

REVe(Reseau Express Velo, 익스프레스 자전거 도로망)는 파리시 내 안전하고 쾌적한 자전거 도로망 인프라이며, 연속적인 REVe망은 남-북, 그리고 동-서를 잇는 네트워크를 형성하고 있다.

3) 자가용 없는 파리

2015년 파시 시내의 제한된 지역 내에 '자가용 없는 하루' 정책이 시행되었으며, 매년 점차 범위가 확장되어왔다. 2017년 '자가용 없는 하루' 정책 시행결과, 다음 주 같은 날 11시~12시(점심시간) 사이를 비교할 때, 자가용 사용이 전 주 대비 52% 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 '자가용 없는 하루' 정책 시행 이후, 해당일이 아닌 경우에도 차량 사용이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

3.3.5. 2025년 대중교통 계획

1) 버스 교통 계획과 투자

버스 노선 수정 계획은 주거 지역 곳곳에 정류장을 설치하여 활동 지역과 주거 지역 사이 새로운 이동 노선을 추가함으로써 더 효과적인 동선 계획을 목적으로 하는 사업이다. 버스 노선 수정의 총 예산은 1,200만 유로이며, 기타 노선망 계획과 교통 접근성 개선에 6,100만 유로가 투입되었다.

2) 지하철 교통 계획과 투자

기존의 14개 노선의 지하철을 확장하였으며 새로 2개의 노선을 계획하였다. 2018년 12월, T3 tra MWay 노선의 확장이 결정되면서, 파리시가 이를 위한 전체 투자량의 60%에 해당하는 2억 1,100만 유로를 지불하였다. 또한, 파리시 동쪽부터 노르망디(Normandie) 지역에 이르는 새로운 RER-EOLE(Réseau Express Régional, 교외고속철도)를 계획하고 있다.

3) 공유 및 전기 자동차 장려

2018년 파리시에는 약 600대의 차량이 공유되고 있다. 2017년 5월, 파리시는 전기자동차 공유 플렛폼(VULe)을 개설하였으며, 이는 파리 2,3지역에 거주하는 상인과 장인들을 위한 정책으로 시작되었다. 현재는 2지역에만 시범 사업으로 진행되고 있으며, 각 지점마다 2대의 차량을 배치하였다. 시범 사업의 결과는 2015년에 시행된 "대기개선 정책"에도 반영되었으며, 시범 사업은 2019년에 마감될 예정이다.

참고문헌

〈보고서〉

- AGENCE D'ÉCOLOGIE URBAINE(2018). BLEU Climat 2018
- Mairie de Paris(2016). BILAN DU PLAN CLIMAT ENERGIE DE PARIS 2004-2014
- Mairie de Paris(2017a). Pour un nouveau Plan Climat: Restitution de la concertation
- Mairie de Paris(2018a). PLAN CLIMAT DE PARIS: Vers Une Ville Neutre En Carbone et 100% Energies Renouvelables

〈기사〉

- Coffey, H. (2019). PARIS BEATS LONDON FOR VISITOR NUMBERS FOR FIRST TIME IN A DECADE, from https://www.independent.co.uk/travel/news-and-advice/london-paris-visitors-tourism-brexit-global-cities-index-a9091791.html
- Mairie de Paris(2017b). Conférence citoyenne "Paris championne du climat : quelles contributions individuelles et collectives pour changer nos modes de vie ?", from https://api-site.paris.fr/images/89485
- Mairie de Paris(2018b), Anne Hidalgo et Alain Juppé: « L'efficacité et la transitionénergétique dépendent d'abord de l'initiative locale », from https://presse.paris.fr/wp-content/uploads/2018/03/Anne-Hidalgo-et-Alain-Jupp%C3%A9-%C2%AB-L%E2%80%99efficacit%C3%A9-et-la-transition-%C3%A9nerg%C3%A9tique-d%C3%A9pendent-d%E2%80%99abord-de-l%E2%80%99initiative-locale-%C2%BB.pdf
- Mairie de Paris(2018c). Press Release : City of Paris passes its new Air Quality, Energy & Climate Action Plan, from https://www.c40.org/press_releases/city-of-paris-passes-its-new-air-quality-energy-climate-action-plan

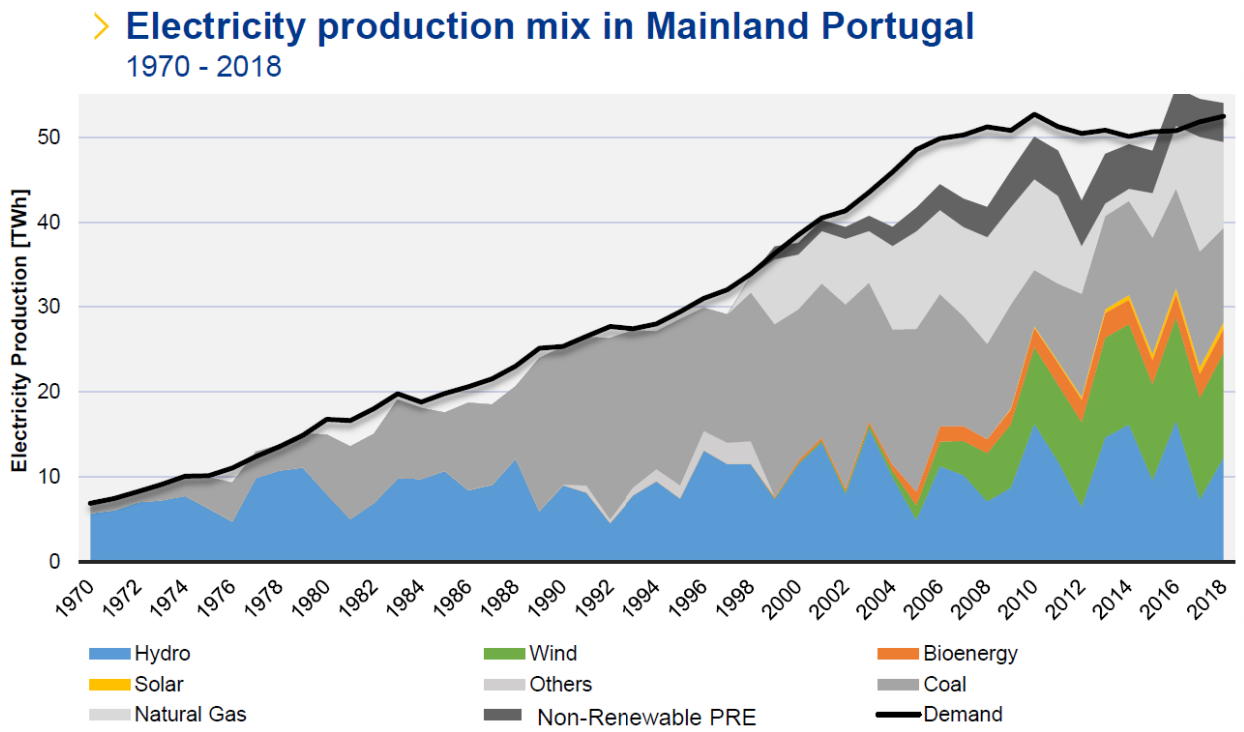
〈웹페이지〉

- Coachcopro CARTE DES COPROPRIÉTÉS RÉNOVÉES, https://paris.coachcopro.com/pages/carte-des-coproprietes-renovees
- Éco-rénovons Paris: les copropriétés accompagnées, https://www.paris.fr/pages/plan-1000-immeubles-pour-la-renovation-thermique-3136
- EnerCit'IF 홈페이지, https://enercitif.org/
- Insee 홈페이지, https://www.insee.fr/fr/statistiques
- Paris change d'ère, http://www.paris2050.elioth.com/
- Paris pour le climat, https://www.paris.fr/pages/paris-pour-le-climat-2148

부록. PORTUGAL

1. 에너지 현황[74)]

포르투갈은 유럽에서 재생에너지발전 확대를 이끄는 국가 중 하나이다. 2000년 4.8GW였던 재생에너지 발전 용량은 2018년 14GW로 약 2.9배가 상승했다. 특히 2016년 5월에는 전 세계 최초로 107시간 연속 에너지 수요를 재생에너지로 100% 충당했다는 기록을 세웠다. 이어 2018년 3월에도 70시간 연속, 10시간 뒤에 다시 69시간 연속으로 재생에너지만으로 에너지 수요를 충족시켰다.

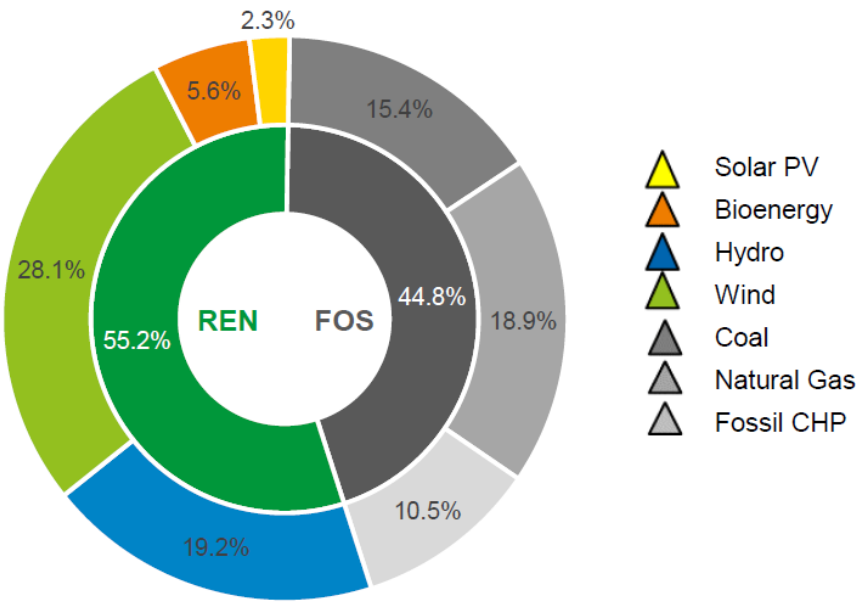


〈그림 65〉 1970-2018 포르투갈 전력 생산 믹스

자료: 포르투갈 재생에너지협회(APREN) 방문 시 직원 설명 자료

2019년 상반기 전체 전력 생산 23,206GWh 중 재생에너지원으로부터 생산된 전력이 55.2%(12,819GWh)를 차지한다. 주요 재생에너지원은 풍력이며 이어서 수력과 바이오에너지, 태양광이 많이 생산되고 있다. 원자력발전소가 없어 남은 에너지원은 화석연료에 의존하고 있으나 최근 2030년부터 화석연료 수입의 전면 중단을 선언하였다.

74) 본 부록은 '[해외출장노트] '서울시 지역에너지계획 2040 수립' 연구 관련 최신 동향 및 사례 조사'를 발췌 및 수정함



〈그림 66〉 2019년 상반기 전력 생산 현황
자료: 포르투갈 재생에너지협회(APREN) 방문 시 직원 설명 자료

포르투갈 정부는 2019년에 새로운 국가에너지기후계획2030(Plano Nacional Energia e Clima 2030)을 발표했다. 주요 내용은 2050년까지 온실가스 배출을 2005년 대비 85%에서 90% 감축하겠는 탄소 중립 목표이다. 이를 위해 2030년까지 온실가스 배출량을 45%에서 55%로 줄이고 재생에너지 생산 용량을 28.8GW까지 늘려 최종에너지소비의 47%를 재생에너지로 공급 할 것을 계획했다.

2. 주요 방문 기관

2.1. APREN – Portuguese Renewable Energy Association

2.1.1. 기관 소개

APREN은 1988년에 설립된 비영리 포르투갈 재생에너지협회이다. 포르투갈 내 재생가능에너지원 용량의 92%가 이 협회에 등록되어 있어 중앙정부 부처 및 유관기관과 밀접한 관계를 맺고 있으며, 시민사회와의 소통 또한 활발히 이행하는 곳이다. 포르투갈 내 전체 재생가능에너지 발전소의 현황 등을 데이터베이스로 정리하는 R&D 사업(The e2p project)과 정책 제언 등을 하며 포르투갈 재생에너지 확대에 기여하고 있다.

2.1.2. 주요 면담 내용

1) 포르투갈 에너지 현황

포르투갈의 전력시장은 스페인과 함께 이베리아 전력 시장으로 연결되어있어 전력시장 정책을 스페인과 협의하여 결정한다. 따라서 유럽의 전력시장 규칙을 따르면서 이베리안 시장의 규칙도 따라야 한다.

에너지 수요는 2008년 이후 정체되는데 이는 세계 경제 위기의 영향이며 이후 에너지 효율화 정책이 많아졌다. 2017년 기준 전체 전력 생산의 25%가 재생에너지였으며 그중 54%가 바이오 에너지로 생산되었다. 대부분 바이오매스에서 생산되었으며 바이오 에탄올 생산시설은 포르투갈 안에 없어 바이오 가솔린의 비중은 매우 적다. 지금까지 태양광은 가격 문제로 대대적인 설치가 어려웠다. ㎾h당 가격은 풍력이 훨씬 높았기 때문에 정부는 풍력을 적극적으로 지원해왔다. 풍력 에너지는 이미 포르투갈의 기반 에너지원이 되었기 때문에 정부는 앞으로 태양광을 적극적으로 육성시켜나갈 예정이다.

2018년 이후 에너지 수요와 발전 간의 격차가 커지는데 이는 전력화로 인한 전력수요의 증가가 원인이다. 가정용 전기 요금에 한국과 같은 누진제는 없다. 각 가정마다 월별 사용 전기의 총량을 미리 정해 신청하고 해당 용량에 따라 전기요금 지불하는 방식을 취하고 있다.

최근 3년간은 에너지 수출을 많이 했으나 2019년에는 수입이 더 많았다. 가까운 미래에 전력의 자급자족을 목표로 하고 있는데, 자급자족이란 수입이 전혀 없는 상태를 의미하지만 다른 국가의 전기요금이 더 저렴할 경우 수입할 수 있다고 본다.

2) 화석연료 단계적 폐지

이전까지는 석탄과 석유제품에 면세혜택이 있었으나 2018년부터는 석탄화력 발전소에 탄소세를 도입했다. 탄소세의 영향으로 석탄 발전소 운영비용이 높아지자 재생에너지의 발전량이 높아지며 자연스럽게 석탄 수요가 줄어들고 있다. 또한 안전문제에 대한 우려도 석탄 수요 감소에 영향을 미쳤다.

3) 에너지 효율화 정책

포르투갈의 주요한 에너지 효율화 정책은 크게 네 가지가 있다. 첫째 공공부문의 에너지 효율화 정책인 ECOAP는 중앙정부 기관과 서비스와 관련하여 2020년까지 전력소비의 효율성을 30% 높이는 것을 목표로 만들어진 사업이다. 공공 비용 지출 증가 없이 효율만 높이고 에너지 설비 부문의 경제 활성화를 돕고자 한다.

둘째 가정부문의 에너지 효율화 정책인 Casa Efficiente 2020은 주택의 전기 소비 효율을 높이는 프로그램으로 에너지와 물, 도시 폐기물 효율화에 초점을 맞춰 관련 설비 설치에 소프트론을 제공한다.

셋째 산업 및 상업부문의 효율화 정책인 SGCIE는 에너지 소비량 연 500TOE 이상 소비하는 설비를 대상으로 하는 정책이다. 해당 설비는 정기적으로 에너지 진단 감독 및 감사를 받아야하며 재생에너지원 사용을 포함한 에너지 효율성 증대를 목표로 한다.

끝으로 SELO Verde 정책은 음악회, 축제 등에서 사용하는 전기를 대상으로 녹색인증 스티커를 부여하여 보다 친환경적인 행사가 되도록 유도한다.

4) 재생에너지 분야에서 포르투갈의 세계적 위상

포르투갈은 EU에서 독일과 함께 재생에너지 분야에서 매우 선도적인 국가로 알려져 있다. 다른 국가에게 포르투갈처럼 재생에너지를 확대하도록 권장하며 타 국가의 참여를 설득하는 위치에 있다. 그러나 이러한 포르투갈의 위상과 성과가 전 세계적으로는 잘 알려지지 않았는데 APREN의 인터뷰이는 국가의 규모가 너무 작아 EU 외 국가에 잘 알려지지 않은 것으로 추측한다.

2.2. Lisboa E-Nova

2.2.1. 기관 소개

Lisboa E-Nova는 리스본시 산하의 비영리 기관으로 리스본에서 지속가능한 태양 에너지 정책의 이행을 비롯하여 도시의 지속가능한 발전을 목표로 하고 있다.

2.2.2. 주요 면담 내용

1) 리스본 에너지 정책

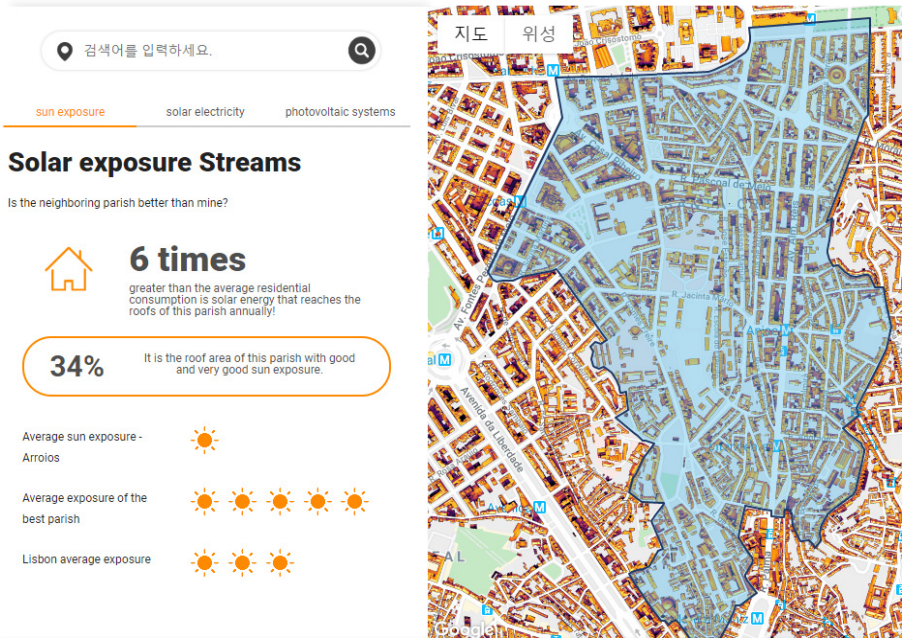
리스본의 태양광 현황으로는 2018년 9월 4㎿를 기록하여, 1인당 8W를 달성했다. 리스본시는 2030년까지 태양광 누적용량 103㎿, 1인당 178W 설치를 목표하고 있다. 2021년까지 건물에 8㎿, 전기버스와 폐기물 관리 차량 기지에 2㎿ 설치를 우선적으로 달성하고자 한다. 포르투갈 정부와 마찬가지로 리스본도 2050년 탄소중립도시 달성을 목표로 하고 있으며 2030년까지 온실가스 배출량을 40% 감축시키고자 한다. 리스본은 도시 전력 소비의 7배에 달하는 햇빛을 받고 있어 태양광 발전의 잠재력이 큰 도시로 태양광 발전을 계속 확대할 나갈 예정

2) 태양광 플랫폼 SOLIS

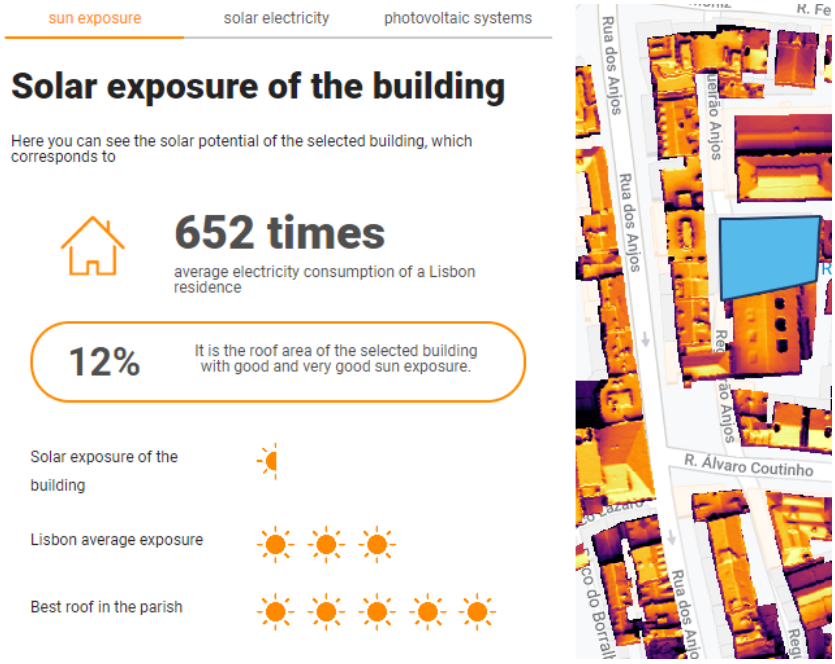
SOLIS는 리스본의 태양광 확대를 위해 만든 온라인 플랫폼이다. 태양광 설치 시 예상 발전량 등을 이해하기 쉽게 비교분석하여 인포그래픽으로 보여준다. 시내에 설치된 태양광을 등록하거나 태양광 발전소를 활용한 게임 다운로드가 가능하며 교육 자료도 함께 제공하고 있다.

- Solar Exposure

Solar Exposure은 태양이 지붕에 도달하는 양을 구별, 동별로 비교하여 쉽게 이해할 수 있도록 구성한 페이지다. 리스본시에서 가장 태양광 노출량이 많은 지역과 리스본시의 평균. 해당 건물 및 지역의 평균을 보여주어 이용자가 원하는 지역 혹은 건물의 일조량을 다른 곳과 쉽게 비교할 수 있다.



〈그림 67〉 SOLIS Solar exposure 탭 구별 비교 화면

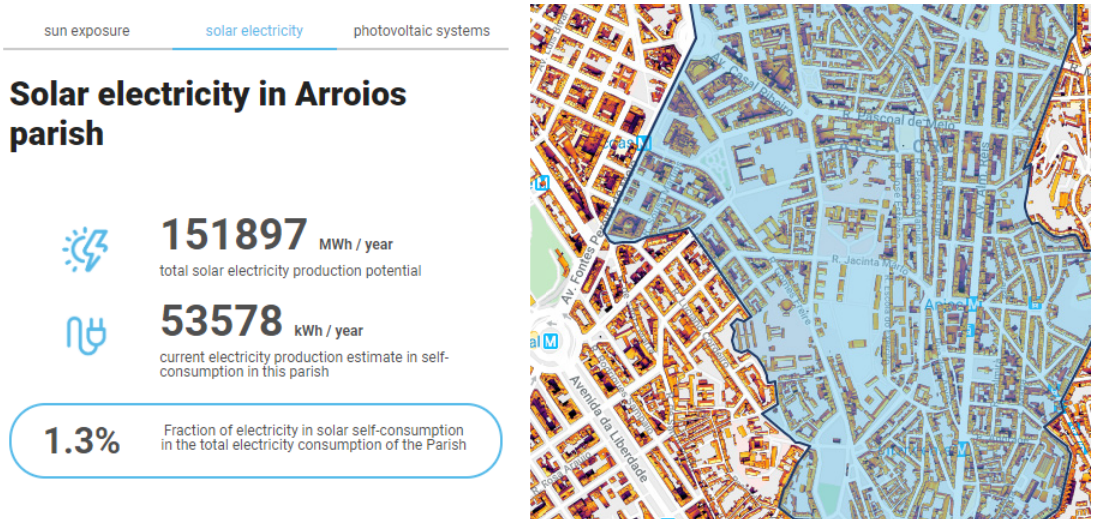


〈그림 68〉 SOLIS Solar exposure 탭 단일 건물별 비교 화면

- Solar electricity

Solar electricity는 현재 설치된 태양광 발전소의 발전량,[75] 해당 지역구의 태양광 발전 잠재량 추정치, 소비량 대비 발전량 비중을 보여준다. 특정 건물을 클릭하면 연간 소비량 계산 도구가 나와 자가 소비의 프로파일을 측정할 수 있도록 도와준다. 태양광 설치 시 잠재량, 필요한 투자액, 연간 절감량 정보, 얼마나 환경보호에 기여할 수 있는지 대한 추정치와 관련 법령 정보 함께 보여주어 태양광 패널 설치에 필요한 종합적인 정보를 제공한다.

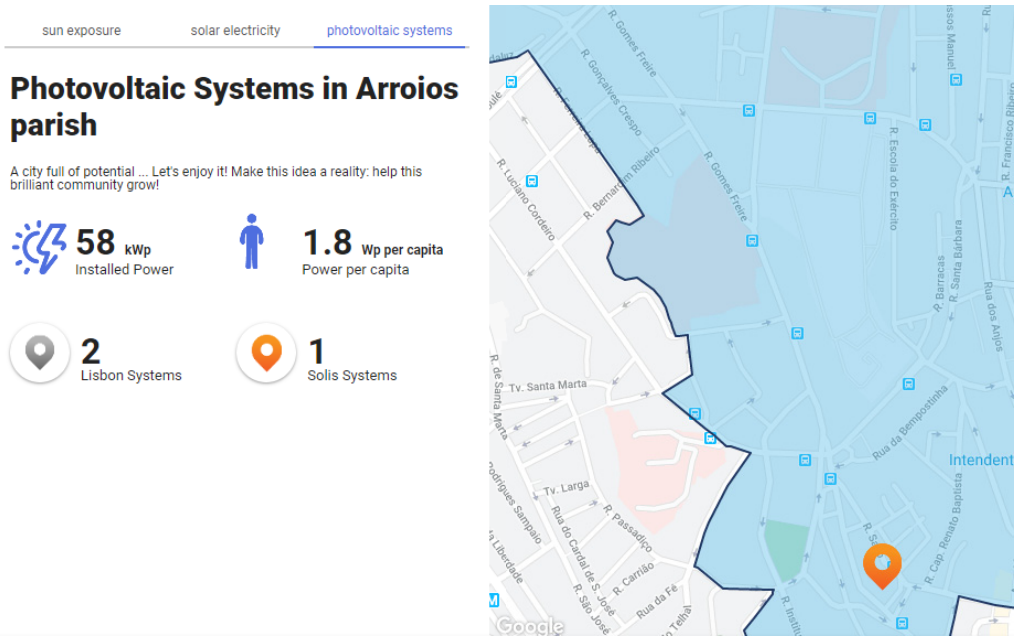
75) Lisboa E-Nova에서 확인 가능한 발전량만 표시됨



〈그림 69〉 SOLIS Solar electricity 탭 화면

- Photovoltaic systems

Photovoltaic systems 탭은 해당 지역에 설치된 태양광 전력의 발전량, 발전량을 인구수로 나눈 자료, 발전소에 관한 정보 등을 제공하여 리스본시 전체와 지역 곳곳의 태양광 발전소 현황을 알기 쉽게 보여준다.

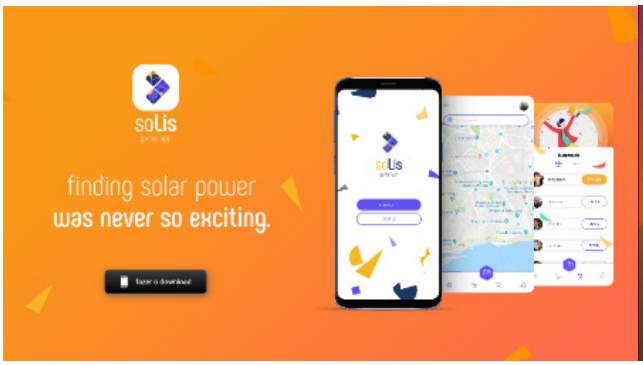


〈그림 70〉 SOLIS Photovoltaic systems 탭 화면

- SOLIS 게임 어플리케이션

SOLIS에서 제공하는 게임의 목표는 태양광 발전에 대한 교육과 시내 태양광 위치를 알도록 하는 것이다. 일종의 보물찾기와 같이 플레이어가 태양광이 설치된 곳을 발견하여 게임에 등록함으로써 더 많은 태양광을 발견하도록 하고 다른 플에이어와 경쟁할 수 있는 시스템으로 구성되어 있다. 플레이어는 본인의 거주지와 상관없이 특정 지역구를 본인의 거점으로 설정하고 해당 지역을 설정한

플레이어들이 포인트를 많이 적립하면 구립 시설에 태양광을 설치해 준다. 설치비용은 시청과 민간 기업의 후원으로 이루어지며 건설된 발전소는 지역구에서 소유한다. 이 게임은 시민들의 참여 동기를 자극하고 커뮤니티 형성을 목적으로 시작되었다.



〈그림 71〉 SOLIS 게임 어플리케이션

〈그림 72〉 SOLIS 교육용 단편 영화

3) 태양광 발전의 수용성

리스본은 붉은 기와 지붕 경관으로 유명한 관광지이다. 지붕 태양광 설치에 시민들의 반대는 없지만 리스본의 경관을 해치는 것을 우려하는 건축가와 도시공학 전문가의 저항이 점차 생겨나고 있다. 현재 설치된 4㎿만으로도 태양광 설치에 반대하는 전문가들이 있어 향후 100㎿ 목표의 원만한 달성을 위해 2020년부터 관련 전문가와 논의를 시작할 예정이다.

4) 교통부문 현황 및 정책

타 도시에서 실패했던 전동킥보드 서비스가 리스본에서는 성공했다. 타 도시는 주로 관광객이 이용하지만 리스본은 지역 시민들의 이용 비중이 높다. 전기자전거는 시에서 운영하는 서비스와 몇몇 민간 기업에서 제공하는 서비스가 있다. 그 중 우버에서 운영하는 JUMP는 우버가 전 세계 도시 최초로 리스본에서 전기자전거 서비스를 시작하여 상징성 있는 사업으로 평가받고 있다. 몇 년 전 시에서 차로를 줄이고 자전거 도로를 확장시켜 현재는 자전거 도로에 자전거와 전동킥보드가 함께 달리고 있다.

자료: 현장답사 촬영

〈그림 73〉 우버의 공유 전기자전거 JUMP

자료: 현장답사 촬영

〈그림 74〉 리스본 시내의 공유 전동킥보드

자료: 현장답사 촬영
〈그림 75〉 공유 전동킥보드를 옮기는 중인 BIRD社 직원

자료: 현장답사 촬영
〈그림 76〉 리스본 시내의 자전거 도로

5) 건물부문 현황 및 정책

건물부문 주요 정책은 2030년까지 시 소유 건물의 에너지 소비량을 2016년 대비 30% 감소하는 것이다. 민간 건물의 경우 2030년까지 2016년 에너지 소비량 대비 20% 감축을 목표로 하고 있다. 해당 건물의 감축 목표를 달성하면 세제혜택을 주는 등 앞으로 인센티브를 늘려갈 예정이다. 가정부문의 경우 태양광 설치를 권장하고 있다.

자료: 현장답사 촬영
〈그림 77〉 APREN 관계자 면담

자료: 현장답사 촬영
〈그림 78〉 Lisboa E-Nova 관계자 면담

2.3. 한화큐셀 Malhapao 발전소

2.3.1. 발전소 소개

Santo Antão do Tojal 내 소재한 Malhapao 태양광 발전소는 2㎿ 규모로 2018년 발전량은 3,666GWh이다. 국내 기업인 한화큐셀이 포르투갈 현지에 투자하여 건설한 발전소로 운영은 Voltalia社에서 전담하고 있다.[76] Valtalia는 프랑스에 본사를 두고 있으며 포르투갈 전체에 16개의 발전소를 관리하고 있다. 현재 포르투갈 내에서는 대규모 태양광 발전소 관리만 하고 있지만 다른 국가에서는 풍력 발전소 관리도 함께 운영한다.

2.3.2. 주요 면담 내용

1) 발전소 시스템

태양광 패널 한 장은 240W이며 한 열에 10개의 패널이 연결되어 있고 2열이 하나의 선에 연결되어있다. 패널은 조도에 따라 각도가 조절된다. 현재 태양의 위치를 감지해 움직이는 것은 아니며 스페인의 Saitim社에서 개발한 프로그램을 이용하여 지난 20년간의 날씨 데이터를 분석하여 패널을 움직인다. 각도 조절은 패널의 하단에 가로로 연결된 철근과 모터로 한 행의 패널을 일시에 움직여 매우 적은 양의 전력을 사용한다.

발전된 전기는 그리드에 바로 연결되어 있으며 포르투갈의 한국전력인 EDP에 그리드 연결에 대한 비용을 일부 지불하고 있다. 발전된 전기는 700V로 인버터에 들어간 뒤 승압하여 15,000V로 그리드에 연결된다.

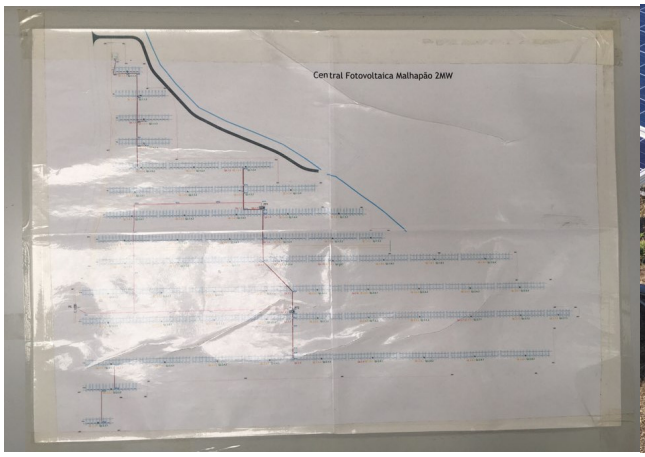
2) 주민 수용성

발전소 건설 당시 주민 반대는 전혀 없었다. 지역 주민들의 녹색 에너지에 대한 수용성이 높으며 소음 문제가 있는 풍력과 달리 태양광은 해로울 이유가 없다고 보는 시각이 대부분이다. 발전소 건설 및 운영에 공공의 개입은 전혀 없었으며 지역 주민에게 이익공유도 하지 않음에도 불구하고 건설 후 약 7년이 지난 시간까지 어떤 갈등도 일어나지 않았다.

76) 한화큐셀은 포르투갈에 Malhapao 발전소 외에도 5개의 발전소를 설립했으며 용량은 총 16㎿임

자료: 현장답사 촬영

〈그림 79〉 Malhapao 발전소 전경



자료: 현장답사 촬영

〈그림 80〉 발전소 현장 지도

자료: 현장답사 촬영

〈그림 81〉 패널 각도 조절 장치

3. 맺는 말

포르투갈은 유럽에서 재생에너지발전 확대를 이끄는 국가 중 하나로 가격경쟁력이 높은 풍력을 기반으로 높은 재생에너지 비율을 유지하고 있다. 또한 2050년까지 포르투갈 정부와 리스본 시 정부 모두 탄소 중립 국가와 시를 목표로 하고 있는 등 기후변화 대응에 적극적인 태도를 보인다. 재생에너지의 확대와 기후변화 대응에 중앙 정부와 시 정부의 적극적인 의사가 중요함을 확인할 수 있었다.

큰 언덕이 많은 리스본에서 공유 전동킥보드는 큰 성공을 보이고 있으며 약 2년 만에 시민들의 주요 교통수단으로 자리 잡았다. 그 이면에는 주요 도로 한 차선을 시민들의 반대에도 불구하고 자전거 도로로 확장했던 정부의 결단이 있었다. 자전거 도로 확장 이후 차량 이용이 감소하고 자전거 이용자가 증가했으며 자전거 도로로 전동킥보드가 함께 시민의 주요 교통수단으로 활용될 수 있었다. 언덕이 많은 서울에서도 교통부문의 온실가스 저감과 에너지 수요 절감을 위해 대안적은 수단으로 고려해볼만 한 대책이다.

태양광 발전소 건설에 지역주민은 아무런 반대가 없었으며 오히려 친환경 에너지원 건설을 환영하였다. Malhapao 발전소 관계자는 이 발전소뿐만 아니라 다른 포르투갈 지역에도 풍력 발전소는 소음

문제로 다소 반대가 있으나 태양광에 대해서는 어디나 건설을 반긴다고 답하였다. 서울에서도 태양광에 대해 잘못 알려진 사실을 바로잡고 국민적 공감대를 형성하여 재생에너지원에 대한 수용성 확대를 크게 높일 필요가 있다.

주민 수용성 향상 위한 방안으로 SOLIS와 같은 프로젝트의 개발도 고려해보아야 할 것이다. 서울시에도 햇빛지도 서비스가 운영 중에 있으나 개별 건물 현황 및 태양광 설치 시의 시뮬레이션 결과나 인포그래픽을 활용한 비교 결과 등 보다 사용자의 눈높이에 맞춘 시스템으로의 보완을 고려해볼 필요가 있다.

연 구 총 괄			조 항 문

(제1권) 제5차 서울특별시 지역에너지계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	유 정 민		황 인 창
	김 고 운		홍 상 연
	류 주 현		남 현 정
			이 성 옥
외 부 연 구 진		에너지경제연구원	오 세 신
		한양대학교	고 준 호
		녹색교통운동	송 상 석
		서울대학교 환경대학원	손 원 익
시민워크숍운영			
한국퍼실리테이터연합회	서 은 덕	코리아스픽스	이 병 덕
코리아스픽스	유 은 영	코리아스픽스	임 동 일
(제2권) 해외도시 에너지계획 사례			
서울대학교 환경대학원	김 혜 승		박 정 민
	타카노 사토시		리 금 강
(제3권) 서울시 수송부문 에너지 사용 현황			
		녹색교통운동	송 상 석
(제4권) 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	김 묵 한		유 정 민
	황 인 창		홍 상 연
	류 주 현		이 성 옥
외 부 연 구 진		경북대학교	허 태 욱
		서울대학교 환경대학원	손 원 익

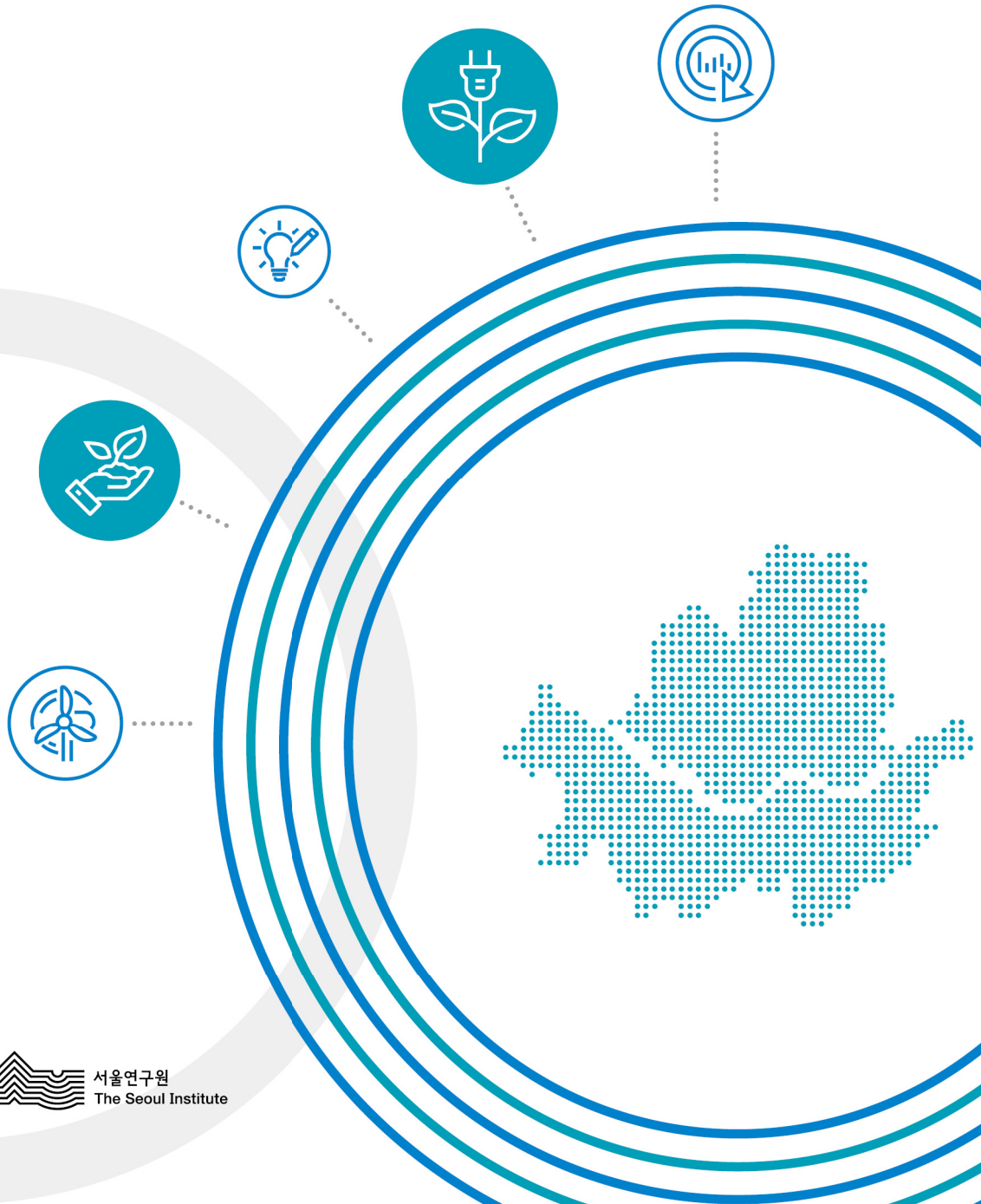
연 구 자 문 단			
서울대학교 환경대학원	윤 순 진	동국대학교 다르마칼리지	박 진 희
한화큐셀&첨단소재	정 규 창	RE도시건축 연구소	추 소 연
녹색교통운동	송 상 석	기후변화행동연구소	박 현 정
녹색전환연구소	이 유 진	에너지기후정책연구소	한 재 각
경북대학교	진 상 현	지역에너지전환전국네트워크	류 홍 번

출판물명	해외도시 에너지계획 사례
판 사 항	초판 1쇄(2020년)
발 행 인	서울특별시장 박원순
발 행 처	서울특별시 기후환경본부
주 소	서울시 중구 덕수궁길 15
전 화	02-2133-3553
판매가격	비매품
발간등록번호	51-6110000-001220-13
ISBN	979-11-6161-929-3
	979-11-6161-927-9 (세트)
연구기관	서울연구원

본 제작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.

서울시 수송부문
에너지 사용 현황

2020



서울특별시

서울연구원
The Seoul Institute

제 출 문

서울특별시장 귀하

본 보고서를 귀 시가 의뢰한 「서울시 지역에너지계획 2040 수립 학술 용역」의 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 성과품으로 제출합니다.

2020년 2월

서울연구원 원장 서왕진

차례

서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석 요약 ····· 1

1. 서울시 주요 교통지표 현황 ····· 4

1.1. 서울시 주요 교통지표 변화 ····· 4

1.2. 서울시 교통량 변화 ····· 6

1.3. 서울시 통행속도 변화 ····· 8

2. 서울시 수송부문 에너지 사용현황 ····· 13

2.1. 서울시 수송부문 에너지 사용량 변화 ····· 13

2.2. 전국 수송부문 에너지 사용량 변화 ····· 15

2.3. 서울시 수송부문 석유제품 사용량 변화 ····· 16

2.4. 전국 수송부문 석유제품 사용량 변화 ····· 20

2.5. 서울시 석유제품 가격 및 공급 인프라 변화 ····· 22

3. 서울시 자동차 등록대수 및 주행거리 현황 ····· 28

3.1. 서울시 연료별 자동차 등록대수 현황 ····· 28

3.2. 서울시 규모별 자동차 등록대수 현황 ····· 32

3.3. 서울시 자동차 주행거리 현황 ····· 35

4. 서울시 주요 교통지표 및 통계 변화의 시사점 ····· 58

4.1. 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서의 긍정적 변화 ····· 58

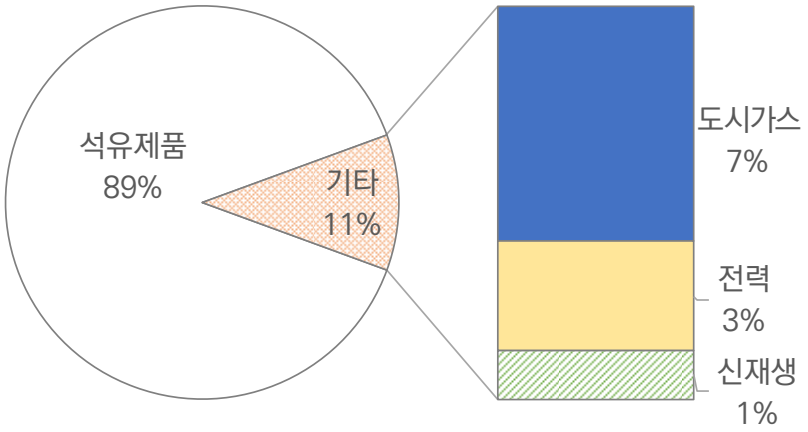
4.2. 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서의 부정적 변화 ····· 58

‖ 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석 요약 ‖

□ 서울시 수송부문 에너지 사용량 변화

- 서울시 수송부문 에너지 사용량은 2006년 4,674천TOE → 2017년 4,150천TOE로 지속적인 감소추세
- 수송부문 에너지 사용의 88.9%(2017년 기준)를 차지하고 있는 석유제품소비도 2006년 4,438천TOE → 2017년 3,688천TOE로 지속적으로 감소
- 신재생에너지의 경우 2011년 이후 지속적으로 증가하여 2017년 57천TOE로 수송부문 전체 에너지 사용량의 1.4%
- 도시가스 사용량은 지속적으로 증가하는 추세를 보이다가 2013년 이후 안정화
- 전력 사용량은 도시철도 확충 등으로 인하여 2016년 소폭 증가

서울시 수송부문 에너지 소비 비중(2017년)
4,150 천TOE



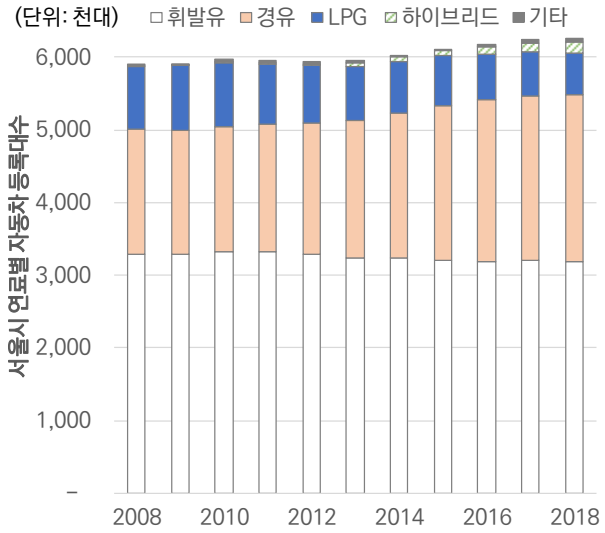
〈그림 요약1〉 서울시 수송부문 에너지 소비비중(2017년)

□ 서울시 연도별 자동차 등록대수 현황

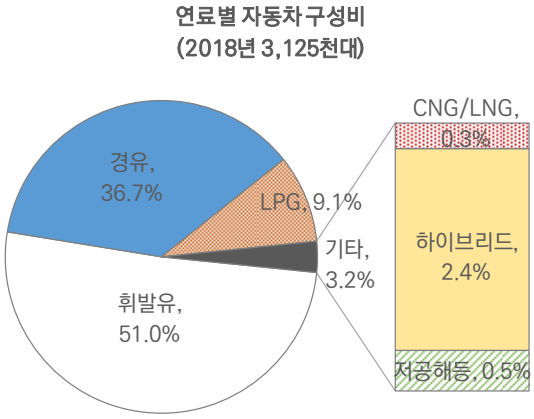
- 서울시 자동차 등록대수 변화를 살펴보면 2008년 2,949,211대 → 2018년 3,124,651대로 10년간 5.9%(175,440대)가 증가
- 2018년 총 등록대수의 85%가 승용차(2,658,637대)
- 승용차와 특수차를 제외한 승합차, 화물차 등록대수는 지속적인 감소추세
- 서울시 등록 자동차 중 경유차 비중도 2008년 29.1% → 36.7%로 증가
- LPG 자동차의 경우 2008년 435,425대 → 2018년 284,328대로 지속적인 감소 추세를 보임
- 하이브리드, 전기, 수소와 같은 친환경차는 하이브리드의 경우 2008년 1,430대 → 2018년

75,178대로 대폭 증가

- 전기차의 경우 2010년 52대에 불과하였으나 2018년 9,564대로 보급대수 확대
- 수소차의 경우 2018년 현재 84대 등록



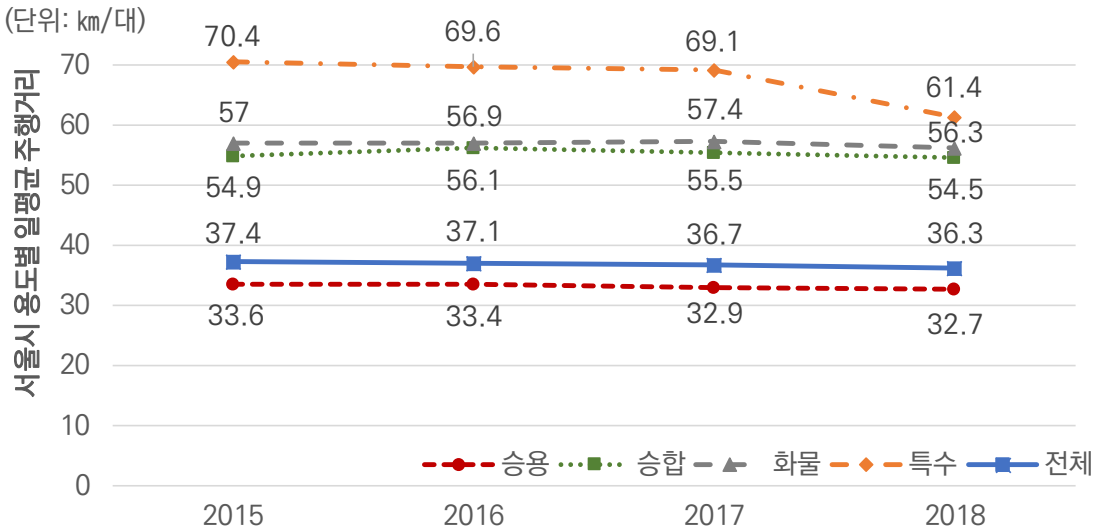
〈그림 요약2〉 서울시 연료별 자동차 등록대수



〈그림 요약3〉 서울시 연료별 자동차 구성비(2018년)

□ 서울시 자동차 주행거리 현황

- 서울시 전체 자동차의 1대당 일평균 주행거리 변화를 살펴보면 2015년 37.4km/대에서 2018년 36.3km/대로 지속적인 감소추세
- 서울시 자동차 1대당 일평균 주행거리 변화는 승용, 화물, 승합, 특수 등 모든 차종에서 지속적인 감소추세



〈그림 요약4〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화

- 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화를 살펴보면 일반형 승용차 전체에서는 매년 지속적 감소 추세
- 대형 승용차와 다목적형 및 기타형 승용차의 주행거리는 매년 증가 추세
- 이러한 결과는 서울시 승용차의 일평균 주행거리는 매년 감소하는 반면 대형 승용차 및 중, 대형 SUV의 등록대수가 증가함에 따라 대형, 다목적형 및 기타형 승용차의 연간 총 주행거리가 증가하는 결과로 이어지고 있는 것으로 분석

□ **시사점 및 결론(서울시 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서의 긍정적 변화)**

- 전국의 수송부문 에너지 사용량이 매년 증가 추세를 보이는 것과 달리 서울시의 경우 수송부문 에너지 사용량이 감소하는 추세를 보이는 것은 긍정적인 변화 요인
- 서울시의 내부 교통량이 매년 감소하는 것은 도심 내 도로 구조 재편 등과 같은 수요관리 정책 시행 결과
- 다만 외곽 교통량과 시계 교통량 이 증가하는 점은 서울시 대책만으로는 전체 교통량 감축의 한계가 있음을 시사하는 것으로 적어도 경기도와 인천시 등 수도권 전체의 종합적인 대책이 필요
- 서울시의 내부 교통량 감소가 통행속도 감소 또는 교통 혼잡 증가로 인한 결과로도 볼 수 있음
- 실질적인 교통량 감축을 위한 보다 적극적인 교통 수요관리 대책의 필요성 재확인

□ **시사점 및 결론(서울시 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서의 부정적 변화)**

- 서울시의 수송부문 에너지 사용량이 감소에도 불구하고 중, 대형 승용차 비중이 매년 증가하는 점은 서울시 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서는 부정적 변화 요인
- 불합리한 자동차 소비구조 변화를 위한 대책 마련이 필요
- 승용차의 연간 총 주행거리가 중, 대형 승용차의 증가로 인하여 매년 증가하고 있는 것은 부정적 변화 요인
- 특히, 경유 승용차의 증가가 서울시 승용차 총 주행거리 증가하는 만큼 이에 대한 대책이 필요
- 서울시의 주요 공공교통 수단인 버스의 통행속도 감소는 공공교통 서비스 개선 측면에서 대책마련 필요
- 서울시 외곽지역의 신도시 확대 등으로 인하여 광역버스 노선이 증가하여 버스 중앙차로의 통행속도가 감소하는 것은 부정적 변화요인이라고 할 수 있음
- 서울시 외곽지역의 버스환승센터 확대 및 광역버스 노선 조성과 같은 대책 마련 필요

1. 서울시 주요 교통지표 현황

1.1. 서울시 주요 교통지표 변화

〈표 1〉 서울시 주요 교통 통계지표

구분			단위	2013	2014	2015	2016	2017	2018
인구 및 교통현황	서울인구 (수도권인구)		천명	10,388 (25,867)	10,369 (26,037)	10,297 (26,173)	10,204 (26,297)	10,124 (26,391)	10,049 (26,513)
	수단통행인구		천통행/일	32,515	32,689	32,410	32,306	32,277	…
	수단분담률		%						
		대중교통		65.9	66.0	65.8	65.0	65.0	…
		(버스)		(27.1)	(27.0)	(26.5)	(26.1)	(25.1)	…
		(지하철)		(38.8)	(39.0)	(39.3)	(38.9)	(39.9)	…
		승용차		22.9	22.8	23.0	24.3	24.4	…
		택시		6.8	6.8	6.8	6.6	6.5	…
		기타		4.4	4.4	4.4	4.1	4.1	…
	자동차 (자가용승용차)		천대	2,973 (2,338)	3,013 (2,387)	3,057 (2,437)	3,083 (2,475)	3,116 (2,513)	3,124 (2,526)
	통행속도 (도심)		㎞/h	26.4 (18.7)	25.7 (17.4)	25.2 (17.9)	24.2 (20.2)	24.2 (19.0)	23.9 (18.3)
교통기반 시설	도로연장		㎞	8,197	8,214	8,215	8,241	8,243	8,246
	도로율		%	22.32	22.42	22.43	22.66	22.71	22.72
	지하철연장 (국철구간 포함)		㎞	327.1 (440.4)	327.1 (448.8)	331.6 (453.3)	331.6 (453.3)	342.6 (464.3)	342.6 (464.3)
	중앙버스전용차로		㎞	115.3	117.5	119.3	119.3	121.1	128.8
	자전거도로		㎞	707.6	724.7	778.8	868.7	888.7	916.0
	주차면수 (주택가주차면수)		천면	3,760 (2,334)	3,822 (2,391)	3,877 (2,445)	3,984 (2,512)	4,053 (2,560)	…
	주차장확보율 (주택가)		%	126.4 (99.8)	126.8 (100.1)	126.9 (100.3)	129.2 (101.5)	130.1 (101.9)	…

자료: 서울시 홈페이지

- 서울의 주요 교통 통계지표를 살펴보면 서울의 인구는 지속적으로 감소하여 2018년 기준으로 10,049천명으로 나타남
- 수단통행인구도 2017년 기준 32,277천통행/일로 매년 감소 추세를 보임
- 자동차 등록대수는 3,124천대로 지속적으로 증가하고 있으며, 이중 80.9%(2,526천대)를 자가용 승용차가 차지하고 있음
- 대중교통 수단분담률은 2014년 66.0%까지 향상되었으나 이후 소폭 감소하는 추세이며, 승용차 수단분담률은 2017년 24.4%로 소폭 상승하였음
- 대중교통 시설 확충은 기존 지하철 연장선 개통 및 버스중앙차로 확대 등을 통해 크지는 않지만 지속적으로 증가하는 추세를 보임
- 녹색교통수단인 자전거도로 연장도 2018년 916km로 지속적으로 증가하는 추세를 보임
- 서울시 통행속도는 지속적으로 감소하고 있으며, 2018년 서울시 전체 통행속도는 23.9km/h, 도심 통행속도는 18.3km/h로 나타남

〈표 2〉 서울시 대중교통 이용자 현황

(2018.12.31.기준, 단위: 천명/일)

구분			2013	2014	2015	2016	2017	2018
대중교통			10,885	10,979	10,744	10,606	10,500	10,374
	지하철		5,137	5,183	5,144	5,114	5,103	5,119
		1~4호선	3,050	3,093	3,020	3,004	2,939	2,929
		5~8호선	1,834	1,865	1,851	1,843	1,827	1,842
		9호선	242	253	278	294	298	306
		우이신설선	-	-	-	-	38	42
	시내버스		4,548	4,574	4,404	4,280	4,200	4,079
	마을버스		1,200	1,222	1,196	1,212	1,198	1,176

자료: 서울시 홈페이지
주: 2011년 지하철 이용객 현황부터 신분당선 이용객을 포함함(신분당선 개통일: 2011.10.28)
2015년 지하철 이용객 현황은 9호선 2단계 이용객을 포함함(9호선 2단계 개통일: 2015.3.28)
2018년 지하철 이용객 현황은 9호선 3단계 이용객을 포함함(9호선 3단계 개통일: 2018.12.1.) 순 승차 기준 이용객

- 대중교통 이용 현황을 살펴보면 2018년 10,374천명/일로 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, 지하철의 경우 2018년 9호선 연장선 개통과 우이신설선 개통 등으로 인하여 소폭 증가하였으나 시내버스 및 마을버스 이용자는 지속적으로 감소하는 추세를 보임
- 서울시 외 지역으로의 인구 유출 및 인구 감소로 인하여 대중교통 이용자가 지속적으로 감소하고 있으며, 이는 자가용 승용차의 이용 증가로 이어지고 있는 상황임

1.2. 서울시 교통량 변화

〈표 3〉 서울시 교통량 변화 추이

(단위: 천대/일)

구분		2017			2018			전년대비 증감 및 증감율(%)		
유형	지점	양방	유입	유출	양방	유입	유출	양방	유입	유출
계	129	10,475	5,238	5,237	10,160	5,054	5,106	-315 (-3.0%)	-184 (-3.5%)	-131 (-2.5%)
도심	24	1,154	578	576	1,107	549	558	-47 (-4.1%)	-29 (-5.0%)	-18 (-3.1%)
시계	34	2,599	1,265	1,334	2,601	1,273	1,328	2 (0.1%)	8 (0.6%)	-6 (-0.4%)
교량	20	2,083	1,047	1,036	2,028	1,011	1,017	-55 (-2.6%)	-36 (-3.4%)	-19 (-1.8%)
간선	43	3,245	1,653	1,592	3,062	1,542	1,520	-183 (-5.6%)	-111 (-6.7%)	-72 (-4.5%)
도시고속	8	1,394	695	699	1,362	679	683	-32 (-2.3%)	-16 (-2.3%)	-16 (-2.3%)
구분		2016			2017			전년대비 증감 및 증감율(%)		
유형	지점	양방	유입	유출	양방	유입	유출	양방	유입	유출
계	115	9,491	4,741	4,750	9,242	4,619	4,623	-249 (-2.6%)	-122 (-2.6%)	-127 (-2.7%)
도심	20	1,117	575	542	1,032	532	500	-85 (-7.6%)	-43 (-7.5%)	-42 (-7.7%)
시계	27	2,116	1,031	1,085	1,986	961	1,025	-130 (-6.1%)	-70 (-6.8%)	-60 (-5.5%)
교량	20	2,079	1,038	1,041	2,083	1,047	1,036	4 (0.2%)	9 (0.9%)	-5 (-0.5%)
간선	39	2,673	1,353	1,321	2,683	1,354	1,329	10 (0.4%)	1 (0.1%)	8 (0.6%)
도시고속	9	1,505	745	760	1,458	725	733	-47 (-3.1%)	-20 (-2.7%)	-27 (-3.6%)
구분		2015			2016			전년대비 증감 및 증감율(%)		
유형	지점	양방	유입	유출	양방	유입	유출	양방	유입	유출
계	93	8,563	4,275	4,288	8,519	4,252	4,267	-44 (-0.5%)	-23 (-0.5%)	-21 (-0.5%)
도심	18	990	508	483	962	493	469	-28 (-2.8%)	-15 (-3.0%)	-14 (-2.9%)
시계	18	1,776	864	912	1,793	870	923	17 (1.0%)	6 (0.7%)	11 (1.2%)
교량	18	2,053	1,027	1,026	2,046	1,020	1,026	-7 (-0.3%)	-7 (-0.7%)	0 (0.0%)
간선	30	2,236	1,130	1,106	2,213	1,124	1,088	-23 (-1.0%)	-6 (-0.5%)	-18 (-1.6%)
도시고속	9	1,508	746	761	1,505	745	760	-3 (-0.2%)	-1 (-0.1%)	-1 (-0.1%)

자료: 서울시, 서울시 교통량 조사 자료(2016~2018)

- 서울시 교통량 조사자료는 서울시 전체 교통량 조사지점 중 전년과 해당연도 주중 및 일평균 교통량이 정상 수집된 지점의 교통량 변화를 분석하는 것으로 매년 동일 지점의 교통량을 분석하는 것은 아님
- 매년 동일 지점의 교통량을 분석하는 것이 아니어서 시계열적 분석의 한계와 서울시 전체 교통량 자료가 아닌 한계가 있지만 서울시 교통량 변화를 평가하기 위한 주요 지표로 활용되고 있음
- 2016년~2018년 동안 지속적인 전체 교통량 감소 추세
  - 2018년 서울시 일 평균 교통량은 전년대비 3.0% 감소
  - 2017년 서울시 일 평균 교통량은 전년대비 2.6% 감소
  - 2016년 서울시 일 평균 교통량은 전년대비 0.5% 감소
- 도심 교통량 감소 추세
  - 2018년 도심 일 평균 교통량은 전년대비 4.1% 감소
  - 2017년 도심 일 평균 교통량은 전년대비 7.7% 감소
  - 2016년 도심 일 평균 교통량은 전년대비 2.9% 감소
- 시계 교통량 증가 추세
  - 2018년 시계 일 평균 교통량은 전년대비 0.1% 증가
  - 2016년 시계 일 평균 교통량은 전년대비 1.0% 증가
- 서울시 교통량 변화 요인
  - 인천·경기로의 유출 인구 증가로 인한 시계 교통량 증가
  - 유가 상승으로 인한 자동차 통행억제 심리 작용
  - 도심 도로구조 재편 및 버스전용차로 확대로 인한 교통량 및 통행속도 감소

※ 버스전용차로 확대 노선: 종로(2017년 12월), 천호대로(2018년 5월), 동작대로(2018년 9월) 등

1.3. 서울시 통행속도 변화

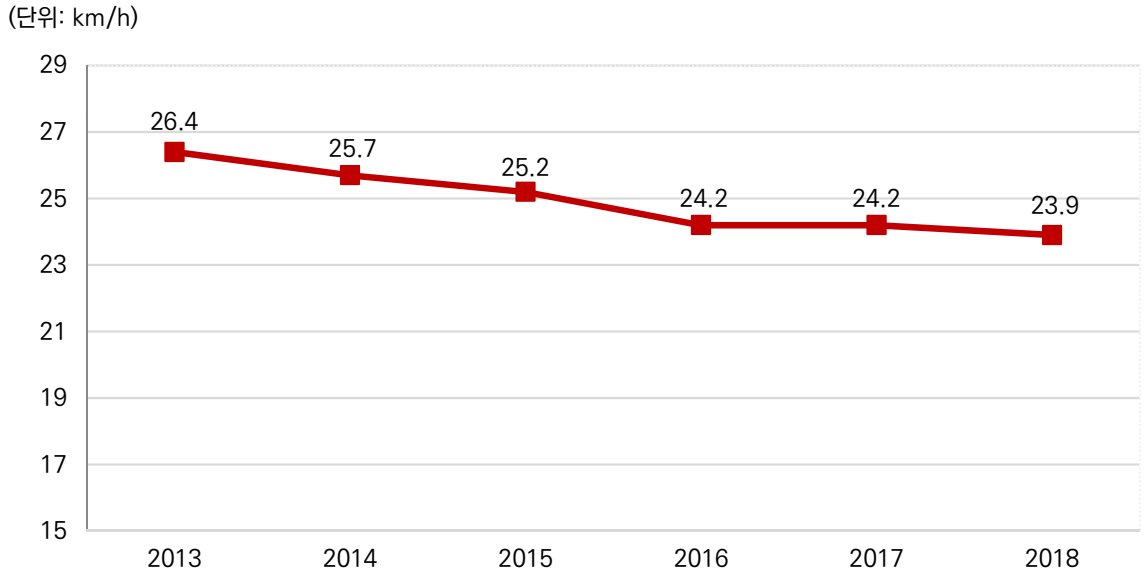
1.1.1. 서울시 전체 승용차 통행속도 변화

〈표 4〉 서울시 전체 승용차 통행속도

구분	연장 (km)	통행속도(km/h)					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
조사방법 변경후*	1,436.3	26.4	25.7	25.2	24.2	24.2	23.9

자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서
* 영업용 택시의 위치정보를 활용한 구간속도 산출 방식 적용으로 서울시 자체속도 생성, 분석대상도로 연장 변경 (1,229.0km → 1,429.7km)

- 2018년 서울시 전체 평균통행속도는 23.9km/h로 전년 24.2 km/h 대비 0.3km/h 감소하는 등 2013년 이후 지속적인 감소 추세
- 도심은 중앙버스 전용차로 확대 및 집회 등 행사, 외곽은 대규모 주거단지 조성 등으로 통행속도가 감소한 것으로 분석됨



자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

〈그림 6〉 서울시 전체 승용차 통행속도 변화 추이

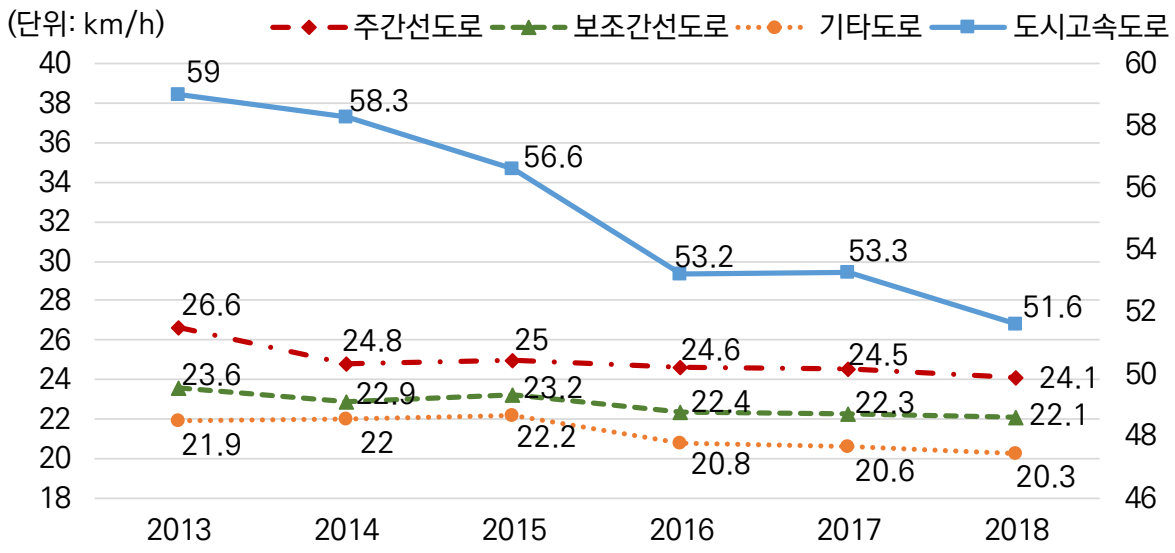
1.1.2. 서울시 도로기능별 승용차 통행속도 변화

〈표 5〉 서울시 도로기능별 승용차 통행속도

구분	연장 (km)	통행속도(km/h)					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
도시고속도로	174.6	59.0	58.3	56.6	53.2	53.3	51.6
주간선도로	423.9	26.6	24.8	25.0	24.6	24.5	24.1
보조간선도로	563.6	23.6	22.9	23.2	22.4	22.3	22.1
기타도로	274.3	21.9	22.0	22.2	20.8	20.6	20.3

자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

- 서울시 도로기능별 승용차 통행속도 변화를 살펴보면 전체도로에서의 평균통행속도는 2013년 이후 지속적인 감소 추세
- 특히, 도시고속도로의 경우 서울시 외곽 및 인접 지역의 대규모 주거단지 조성 등으로 통행속도가 감소한 것으로 분석됨



자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

〈그림 7〉 서울시 도로기능별 승용차 통행속도 변화 추이

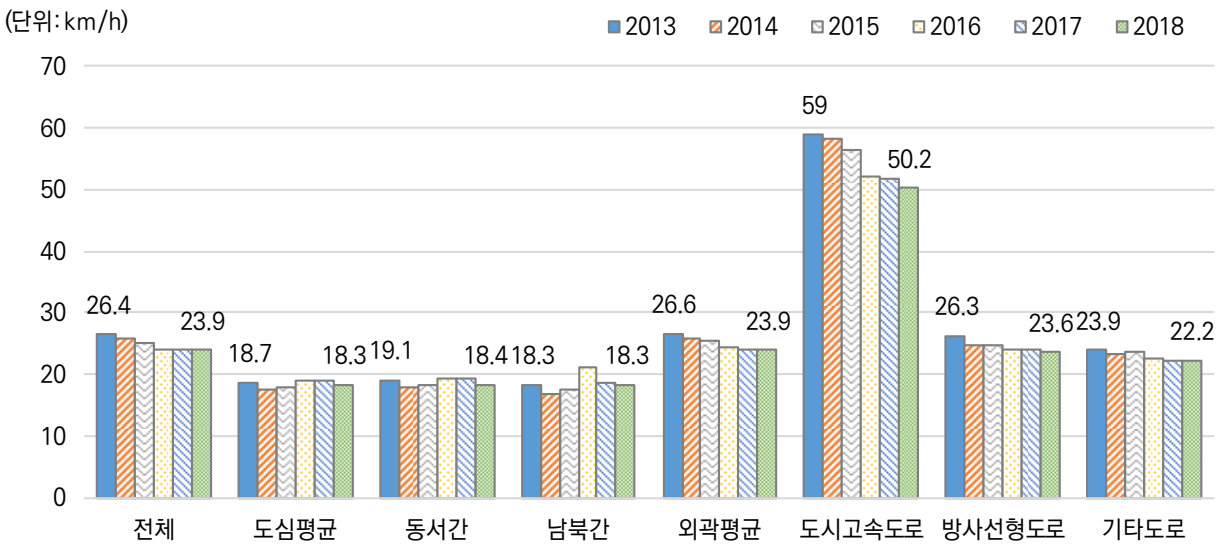
1.1.3. 서울시 도로유형별 승용차 통행속도 변화

〈표 6〉 서울시 도로유형별 승용차 통행속도

구분	연장(km)	통행속도(km/h)					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
전체	1,436.3	26.4	25.7	25.2	24.2	24.2	23.9
도심평균	30.3	18.7	17.4	17.9	19.0	19.1	18.3
동서간	20	19.1	17.8	18.2	19.4	19.3	18.4
남북간	10.3	18.3	16.7	17.4	21.3	18.5	18.3
외곽평균	1,406	26.6	26.0	25.4	24.3	24.2	23.9
도시고속도로	178	59.0	58.3	56.6	52.3	51.8	50.2
방사선형도로	200.9	26.3	24.6	24.7	23.9	23.9	23.6
기타도로	1,027.1	23.9	23.3	23.5	22.5	22.4	22.2

자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

- 서울시 도로유형별 승용차 통행속도 변화를 살펴보면 전체도로에서의 평균통행속도는 2013년 이후 지속적인 감소 추세
- 특히, 외곽의 통행속도 감소가 타 유형에 비해 감소폭이 크게 나타나 서울시 외곽 및 인접 지역의 대규모 주거단지 조성이 통행속도 감소에 지속적인 영향을 주고 있는 것으로 나타남



자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

〈그림 8〉 서울시 도로유형별 승용차 통행속도 변화 추이

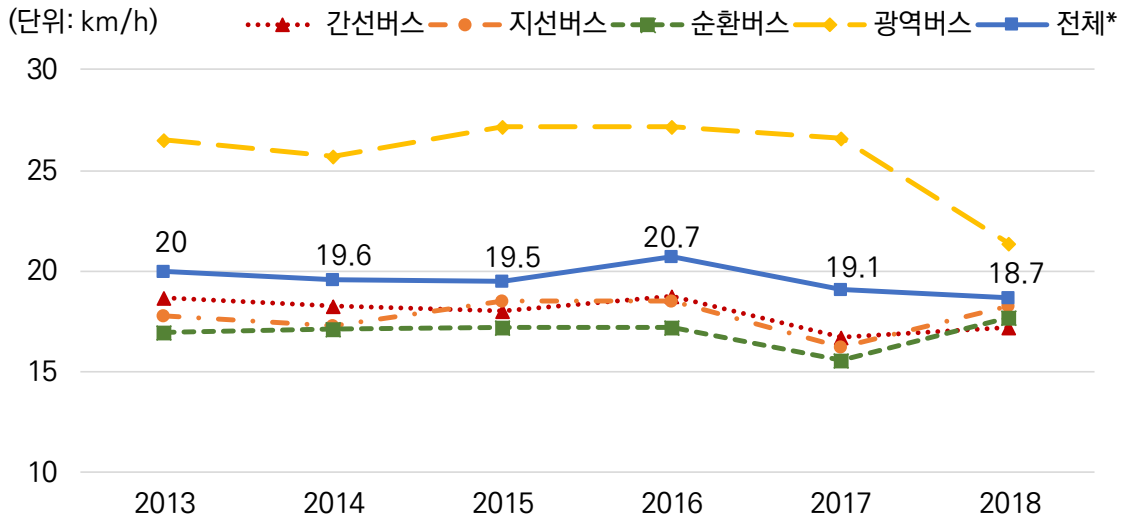
1.1.4. 서울시 버스 유형별 통행속도 변화

〈표 7〉 서울시 버스 유형별 통행속도

구분	통행속도(km/h)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
간선버스	18.7	18.3	18.0	18.8	16.7	17.2
지선버스	17.8	17.3	18.5	18.5	16.2	18.3
순환버스	17.0	17.1	17.2	17.2	15.6	17.7
광역버스	26.5	25.7	27.2	27.2	26.6	21.4
전체*	20	19.6	19.5	20.7	19.1	18.7

자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서
* 2018년 분석 대상 노선은 총 345개 노선임(간선 124개, 지선 206개, 순환3개, 광역 10개)

- 서울시 대중교통 중 버스의 통행속도 변화 추이 분석을 통하여 대중교통 서비스 수준을 간접적 평가 가능
- 2004년 서울시 버스개편과 중앙버스 전용차로 확대로 인하여 버스 통행속도의 지속적으로 통행속도가 개선되었으나 2013년 이후로는 통행속도 개선효과가 미미함
- 외곽의 통행속도 감소로 인하여 광역버스의 통행속도 감소가 타 유형에 비해 감소폭이 크게 나타남



자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

〈그림 9〉 서울시 버스 유형별 통행속도 변화 추이

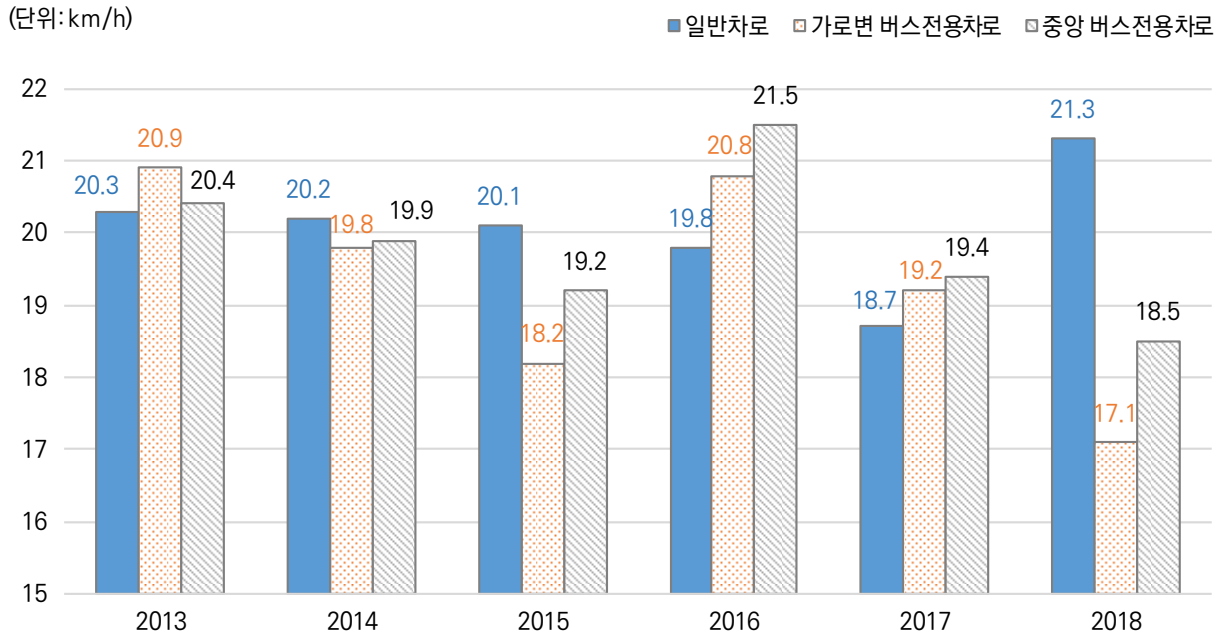
1.1.5. 서울시 버스차로 유형별 통행속도 변화

〈표 8〉 서울시 버스차로 유형별 통행속도

구분	통행속도(km/h)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
일반차로	20.3	20.2	20.1	19.8	18.7	21.3
가로변 버스전용차로	20.9	19.8	18.2	20.8	19.2	17.1
중앙 버스전용차로	20.4	19.9	19.2	21.5	19.4	18.5

자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

- 서울시 버스차로 유형별 통행속도 변화를 살펴보면 일반차로에 비해 가로변 버스전용차로와 중앙 버스전용차로의 통행속도 개선효과가 상대적으로 미미한 것으로 나타남
- 가로변 버스전용차로의 경우 중앙 버스전용차로 확대 등으로 인하여 시행 지역이 감소하고 있으며 기존 가로변 버스 전용차로의 통행속도 개선 요인이 크지 않아 통행속도가 크게 개선되고 있지 못함
- 중앙 버스전용차로의 경우 서울시 간선버스 및 광역버스 외에 수도권에서 진입하는 노선(수도권 광역버스 등)의 확대 등으로 인하여 중앙 버스전용차로의 통행속도 개선효과가 상쇄되고 있는 것으로 분석됨



자료: 서울시, 2018, 서울시 차량통행속도 보고서

〈그림 10〉 서울시 버스차로 유형별 통행속도 변화 추이

2. 서울시 수송부문 에너지 사용현황

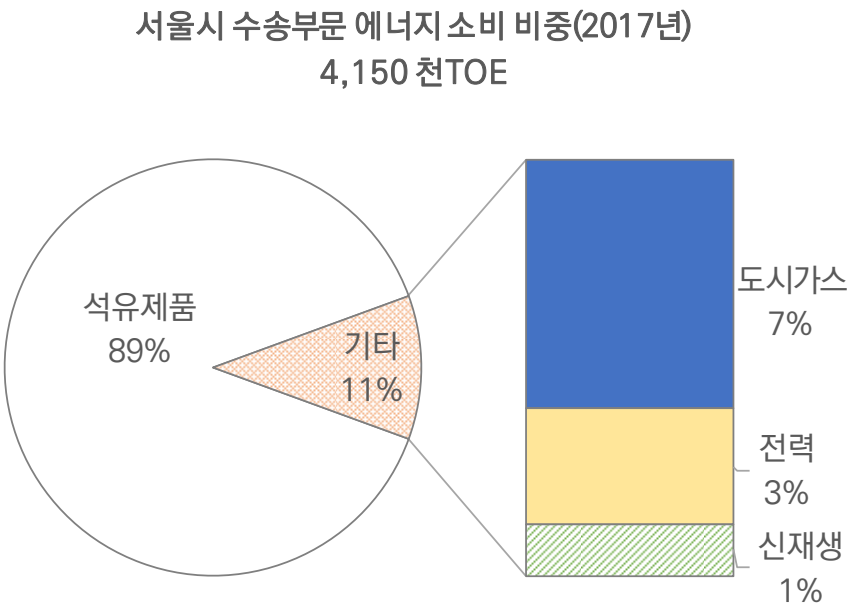
2.1. 서울시 수송부문 에너지 사용량 변화

〈표 9〉 서울시 수송부문 에너지 사용량

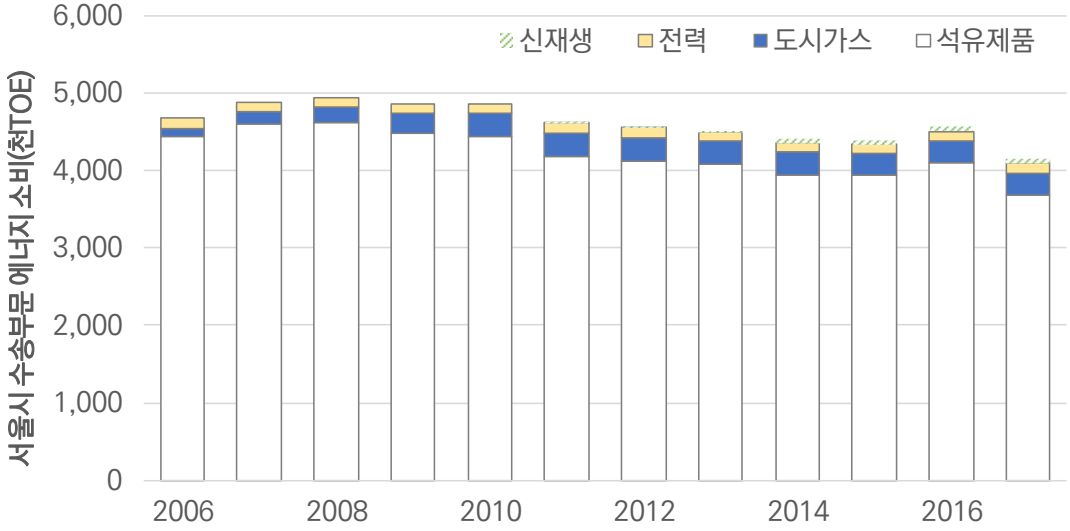
(단위: 천TOE)

구분		석유제품	도시가스	전력	신재생
연도	합계				
2006	4,674	4,438	106	131	
2007	4,870	4,590	157	124	
2008	4,942	4,609	211	122	
2009	4,857	4,484	257	116	
2010	4,846	4,438	292	116	
2011	4,631	4,186	295	126	23
2012	4,576	4,127	300	127	23
2013	4,517	4,072	301	119	25
2014	4,406	3,950	291	109	56
2015	4,394	3,944	279	109	62
2016	4,564	4,094	282	128	61
2017	4,150	3,688	277	129	57

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)



〈그림 11〉 서울시 수송부문 에너지 소비비중(2017년)



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 12〉 서울시 수송부문 에너지 사용량 변화 추이

- 서울시 수송부문 에너지 사용량은 2006년 4,674천TOE → 2017년 4,150천TOE로 지속적인 감소추세를 보임
- 수송부문 에너지 사용의 88.9%(2017년 기준)를 차지하고 있는 석유제품소비도 2016년 사용량이 유가하락 등으로 소폭 상승하였으나 2006년 4,438천TOE → 2017년 3,688천TOE로 지속적으로 감소하고 있음
- 신재생에너지의 경우 2011년 이후 지속적으로 증가하여 2017년 57천TOE로 수송부문 전체 에너지 사용량의 1.4%로 나타남
- 도시가스 사용량은 CNG버스 확대 등으로 지속적으로 증가하는 추세를 보이다가 2013년 이후 안정화되고 있음
- 전력 사용량은 도시철도 확충 등으로 인하여 2016년 소폭 증가하였으나 안정화 단계에 있음

2.2. 전국 수송부문 에너지 사용량 변화

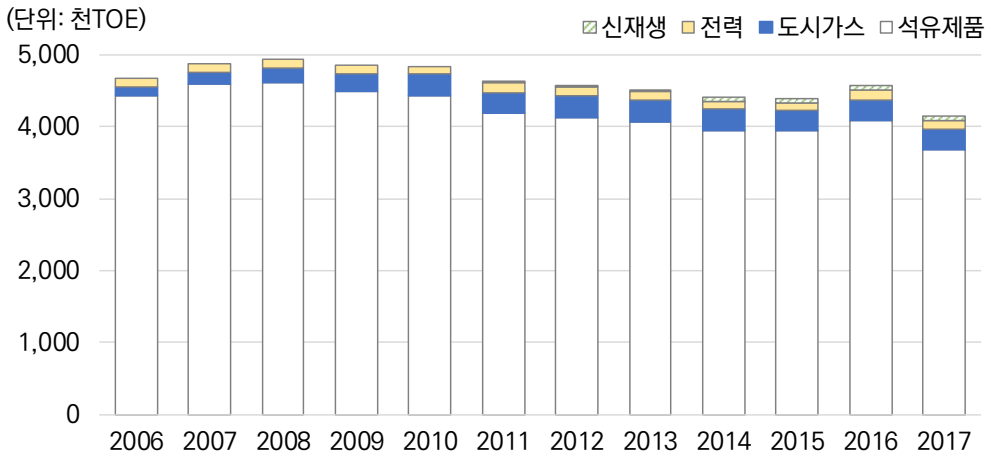
〈표 10〉 전국 수송부문 에너지 사용량

(단위: 천TOE)

구분		석유제품	도시가스	전력	신재생
연도	합계				
2006	36,522	35,776	475	218	53
2007	37,059	36,139	615	209	96
2008	35,756	34,606	777	196	178
2009	35,892	34,491	960	187	254
2010	36,903	35,246	1,112	188	357
2011	36,842	35,139	1,174	193	336
2012	36,783	34,981	1,248	194	360
2013	36,961	35,107	1,299	186	369
2014	37,241	35,366	1,307	172	396
2015	39,851	37,932	1,288	191	441
2016	42,271	40,328	1,270	231	443
2017	42,796	40,869	1,253	246	428

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

- 서울시와 달리 전국 수송부문 에너지 사용량은 2006년 36,522천TOE → 2017년 42,796천TOE로 지속적인 증가추세를 보임
- 석유제품, 도시가스, 전력, 신재생 모두 증가추세를 보이고 있음
- 이는 자동차 증가, CNG버스 보급 확대, 철도(전철, 고속철도 등)인프라 증가 등으로 지속적인 수송부문 에너지 사용량 증가로 인한 것으로 분석됨
- 신재생 에너지의 사용량도 지속적으로 증가하는 추세를 보이고 있으나 2017년 전체 에너지 사용량의 1% 수준에 머무르고 있음



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 13〉 전국 수송부문 에너지 사용량 변화 추이

2.3. 서울시 수송부문 석유제품 사용량 변화

〈표 11〉 서울시 수송부문 석유제품 사용량(유종별, 부문별)

(단위: 천배럴)

구분		계	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	중질중유	항공유	LPG	기타
2006		33,869	10,393	10	9,446	75	12	287	4,876	8,768	2
	철도	348		1	347						
	육상	28,131	10,393	7	8,935	7		20		8,768	1
	해상	484			136	68	12	268			
	항공	4,906		1	28				4,876		1
2007		35,453	10,515	7	9,444	70	5	391	6,094	8,926	2
	철도	435		2	433						
	육상	28,274	10,515	5	8,802	3		23		8,926	
	해상	622			182	67	5	368			
	항공	6,122		1	27				6,094		1
2008		35,652	10,210	4	9,035	68	4	475	6,540	9,301	14
	철도	504			504						
	육상	27,656	10,210	3	8,102	3		36		9,301	
	해상	912			398	65	2	435			12
	항공	6,580		1	31		2	4	6,540		2
2009		34,899	10,321	4	8,122	43	14	329	6,358	9,704	4
	철도	460			460						
	육상	27,498	10,321	3	7,444	3		22		9,704	1
	해상	515			174	39	10	292			
	항공	6,426		1	44		4	15	6,358		3
2010		34,363	10,413	9	7,610	53	15	267	7,382	8,608	6
	철도	434			434						
	육상	26,078	10,413	4	7,016	5		30		8,608	2
	해상	385			125	48	13	199			
	항공	7,466		5	35		2	38	7,382		4
2011		32,542	10,230	13	7,246	72	26	321	6,765	7,829	42
	철도	343			343						
	육상	24,889	10,230	10	6,738	4		39		7,829	39
	해상	447			115	67	23	242			
	항공	6,863		3	50		2	40	6,765		3
2012		32,113	10,144	20	7,150	51	11	421	7,000	7,294	22
	철도	295			295						
	육상	24,184	10,144	20	6,699	2		9		7,293	18
	해상	523			93	49	8	372			
	항공	7,110			64		2	40	7,000		4

〈표 계속〉

구분	계	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	중질중유	항공유	LPG	기타
2013	31,628	9,889	9	7,281	93	11	337	6,939	7,006	62
철도	200			200						
육상	23,712	9,889	9	6,750					7,006	59
해상	670			273	93	10	295			
항공	7,045			59		1	42	6,939		3
2014	30,575	9,517	12	7,770	141	23	147	6,485	6,388	93
철도										
육상	23,142	9,515	12	7,148	1		1		6,387	78
해상	847	2		547	140	23	124			12
항공	6,586			74			22	6,485	1	3
2015	30,431	9,609	26	8,255	177	34	356	5,901	6,047	25
철도										
육상	23,203	9,607	26	7,522	1				6,046	
해상	1,271	3		680	176	34	356	5,901		23
항공	5,957			53					1	2
2016	31,456	9,669		8,609	226	57	280	6,840	5,772	3
철도										
육상	23,490	9,647		8,036	1		35		5,771	
해상	1,077	22		528	225	57	246			
항공	6,889			45				6,840	1	3
2017	28,476	9,329		7,479			7	6,256	5,403	
철도										
육상	22,204	9,329		7,468			4		5,403	
해상	8			4			4			
항공	6,264			8				6,256		

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

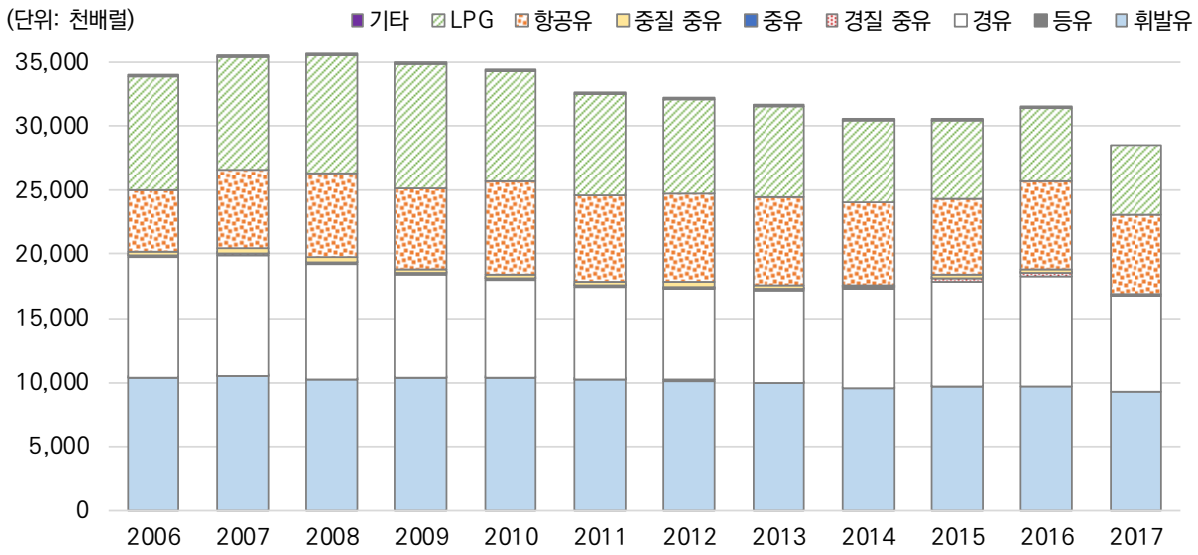
〈표 12〉 서울시 수송부문 유종별 석유제품 사용량

(단위: 천배럴)

구분	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	중질중유	항공유	LPG	기타	계
2006	10,393	10	9,446	75	12	287	4,876	8,768	2	33,869
2007	10,515	7	9,444	70	5	391	6,094	8,926	2	35,453
2008	10,210	4	9,035	68	4	475	6,540	9,301	14	35,652
2009	10,321	4	8,122	43	14	329	6,358	9,704	4	34,899
2010	10,413	9	7,610	53	15	267	7,382	8,608	6	34,363
2011	10,230	13	7,246	72	26	321	6,765	7,829	42	32,542
2012	10,144	20	7,150	51	11	421	7,000	7,294	22	32,113
2013	9,889	9	7,281	93	11	337	6,939	7,006	62	31,628
2014	9,517	12	7,770	141	23	147	6,485	6,388	93	30,575
2015	9,609	26	8,255	177	34	356	5,901	6,047	25	30,431
2016	9,669		8,609	226	57	280	6,840	5,772	3	31,456
2017	9,329		7,479			7	6,256	5,403		28,476

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

- 서울시 유종별 석유제품 사용량 변화를 살펴보면 2016년 유가 하락 등으로 소폭 상승하는 경향을 보이고 있으나 2008년 이후 지속적인 감소세를 보임
- 휘발유, 경유, LPG 등 주로 육상부문에서 사용되는 연료의 사용량이 지속적인 감소 추이를 보임
- 항공유의 경우 2012년까지 증가추세를 보이다가 이후 감소 안정화 추세를 보임
- LPG의 경우 택시를 제외한 일반 LPG차량 감소 등으로 인하여 2006년 8,768천배럴 → 2017년 5,403천배럴로 -38.4%가 감소한 것으로 나타남



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 14〉 서울시 유종별 석유제품 사용량 변화 추이

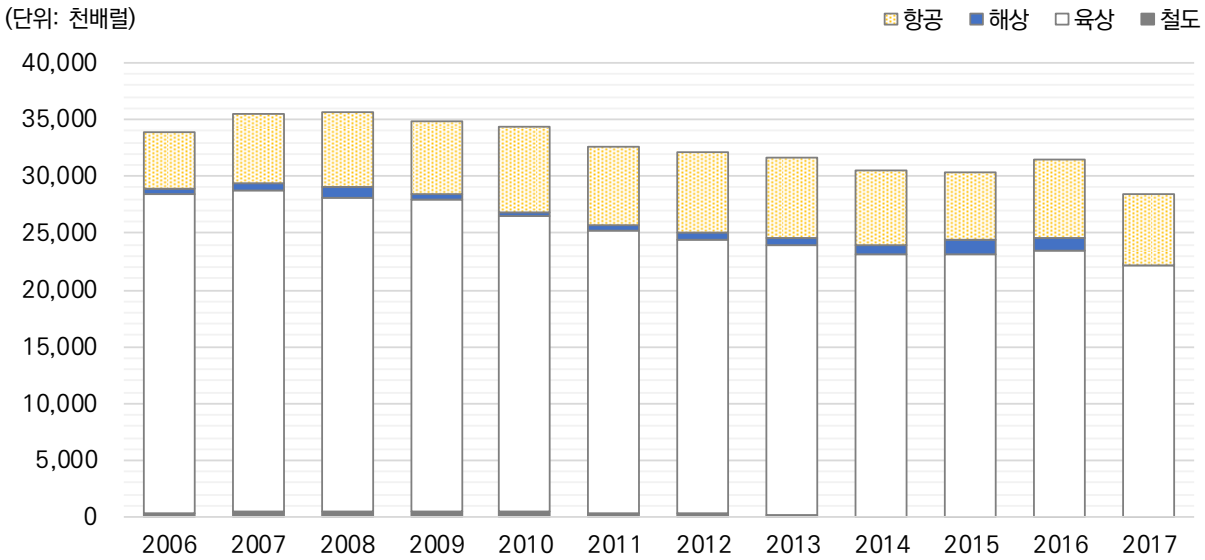
〈표 13〉 서울시 수송부문 부문별 석유제품 사용량

(단위: 천배럴)

구분	철도	육상	해상	항공	계
2006	348	28,131	484	4,906	33,869
2007	435	28,274	622	6,122	35,453
2008	504	27,656	912	6,580	35,652
2009	460	27,498	515	6,426	34,899
2010	434	26,078	385	7,466	34,363
2011	343	24,889	447	6,863	32,542
2012	295	24,184	523	7,110	32,112
2013	200	23,712	670	7,045	31,627
2014	0	23,142	847	6,586	30,575
2015	0	23,203	1,271	5,957	30,431
2016	0	23,490	1,077	6,889	31,456
2017	0	22,204	8	6,264	28,476

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

- 서울시 수송부문 석유제품 사용량을 부문별로 살펴보면 육상에서의 사용량 감소로 인하여 지속적인 감소추세를 보이고 있음
- 철도의 경우 2014년 이후 석유제품 사용이 없으며, 해상의 경우 2015년까지 증가세를 보이다 2017년 급격하게 감소한 것으로 나타났음



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 15〉 서울시 수송부문 부문별 석유제품 사용량 변화 추이

2.4. 전국 수송부문 석유제품 사용량 변화

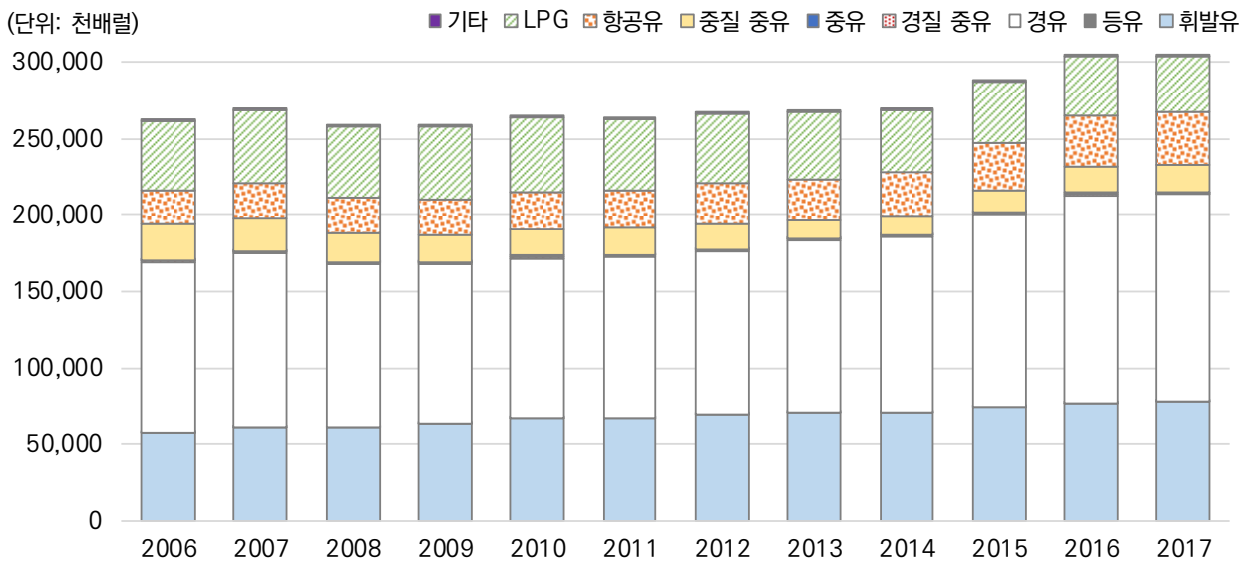
- 서울시와 달리 전국의 수송부문 석유제품 사용량은 지속적인 증가추세를 보이고 있음
- 전국의 유종별로 석유제품 사용량을 보면 LPG는 지속적인 감소세를 보이는 반면 휘발유, 경유, 항공유 사용이 지속적으로 증가하는 것으로 나타남

〈표 14〉 전국 수송부문 유종별 석유제품 사용량

(단위: 천배럴)

구분	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	중질중유	항공유	LPG	기타	계
2006	57,399	66	112,078	1,087	243	23,749	21,842	44,666	11	261,140
2007	60,432	48	114,148	1,133	259	21,988	22,926	47,505	10	268,446
2008	60,897	51	106,860	942	254	19,546	22,041	47,663	25	258,279
2009	63,729	52	104,088	1,029	249	17,410	22,815	48,957	27	258,356
2010	66,815	79	105,188	1,076	279	17,155	24,716	48,610	26	263,945
2011	67,448	85	104,808	1,226	259	17,689	24,792	46,235	79	262,621
2012	69,624	126	106,908	1,074	214	16,571	26,749	44,655	62	265,983
2013	71,162	49	112,396	878	260	12,049	26,838	43,662	69	267,364
2014	71,186	32	115,269	744	259	11,822	28,460	40,904	100	268,775
2015	74,265	64	125,741	952	254	14,670	30,672	40,448	29	287,095
2016	76,897	20	135,928	1,083	243	17,243	33,505	38,649	8	303,578
2017	77,518	3	135,458	983	218	18,199	34,632	36,173	36	303,220

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 16〉 전국 수송부문 유종별 석유제품 사용량 변화 추이

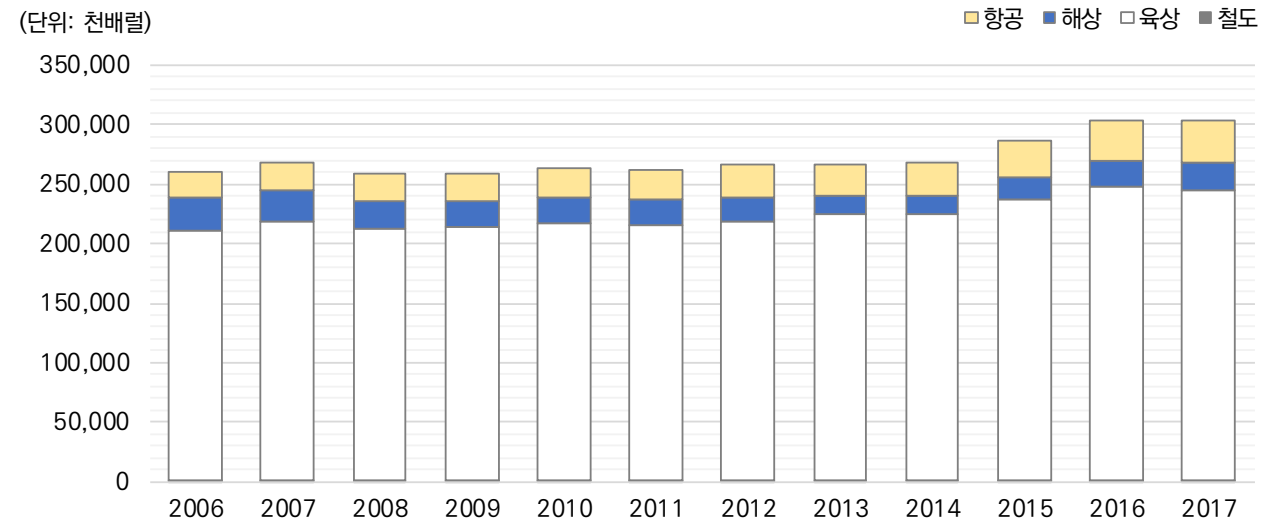
- 전국의 수송부문 석유제품 사용량을 부문별로 살펴보면 철도의 경우 전기화 등으로 인하여 석유제품 소비가 지속적으로 감소하고 있으며, 육상과 항공부문에서는 지속적인 증가추세를 보임
- 해상의 경우 물동량 감소 등으로 인하여 지속적인 하락세를 보이다가 2016년 소폭 상승하여 안정화 추세를 보임

〈표 15〉 전국 수송부문 부문별 석유제품 사용량

(단위: 천배럴)

구분	철도	육상	해상	항공	계
2006	1,751	208,999	28,497	21,892	261,140
2007	1,607	216,526	27,331	22,981	268,446
2008	1,583	210,309	24,288	22,098	258,279
2009	1,396	212,608	21,419	22,932	258,356
2010	1,355	216,601	21,174	24,815	263,945
2011	1,232	214,780	21,692	24,917	262,621
2012	1,231	217,607	20,254	26,891	265,983
2013	1,087	223,625	15,696	26,955	267,364
2014	910	224,339	14,923	28,602	268,775
2015	829	236,511	18,998	30,758	287,095
2016	725	247,715	21,569	33,569	303,578
2017	703	245,057	22,793	34,668	303,220

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

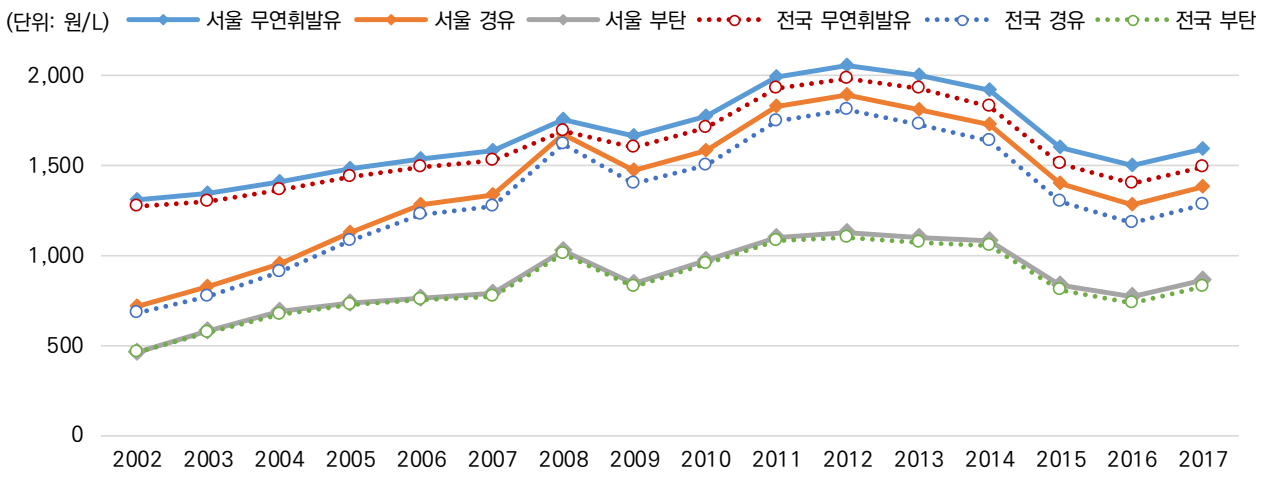
〈그림 17〉 전국 수송부문 부문별 석유제품 사용량 변화 추이

2.5. 서울시 석유제품 가격 및 공급 인프라 변화

〈표 16〉 서울시 수송용 석유제품 가격 및 공급 인프라(주유소, 충전소) 변화

구분	무연휘발유(원/L)		경유(원/L)		부탄(원/L)		주유소(개)		충전소(개)	
	서울	전국 평균	서울	전국 평균	서울	전국 평균	서울	전국	서울	전국
2002	1,304	1,269	717	678	462	458	816	10,373	68	966
2003	1,341	1,295	826	772	575	567	734	10,850	70	968
2004	1,407	1,365	957	908	684	674	722	11,123	72	1,220
2005	1,479	1,432	1,129	1,080	733	723	712	11,382	68	1,293
2006	1,539	1,492	1,285	1,228	759	748	703	11,827	69	1,448
2007	1,582	1,526	1,334	1,273	786	774	693	12,139	70	1,527
2008	1,752	1,692	1,670	1,614	1,023	1,009	684	12,498	71	1,641
2009	1,666	1,601	1,471	1,397	842	829	679	12,862	71	1,757
2010	1,776	1,710	1,582	1,503	968	952	667	13,003	72	1,879
2011	1,996	1,929	1,827	1,746	1,095	1,076	649	12,901	72	1,923
2012	2,059	1,986	1,891	1,806	1,123	1,102	631	12,803	73	1,964
2013	2,003	1,924	1,814	1,730	1,094	1,071	606	12,687	73	1,962
2014	1,915	1,827	1,730	1,637	1,076	1,051	590	12,472	74	1,964
2015	1,597	1,510	1,397	1,300	838	806	563	12,178	75	1,971
2016	1,500	1,403	1,285	1,183	768	734	542	12,010	76	1,969
2017	1,590	1,491	1,383	1,283	863	826	-	-	76	1,968

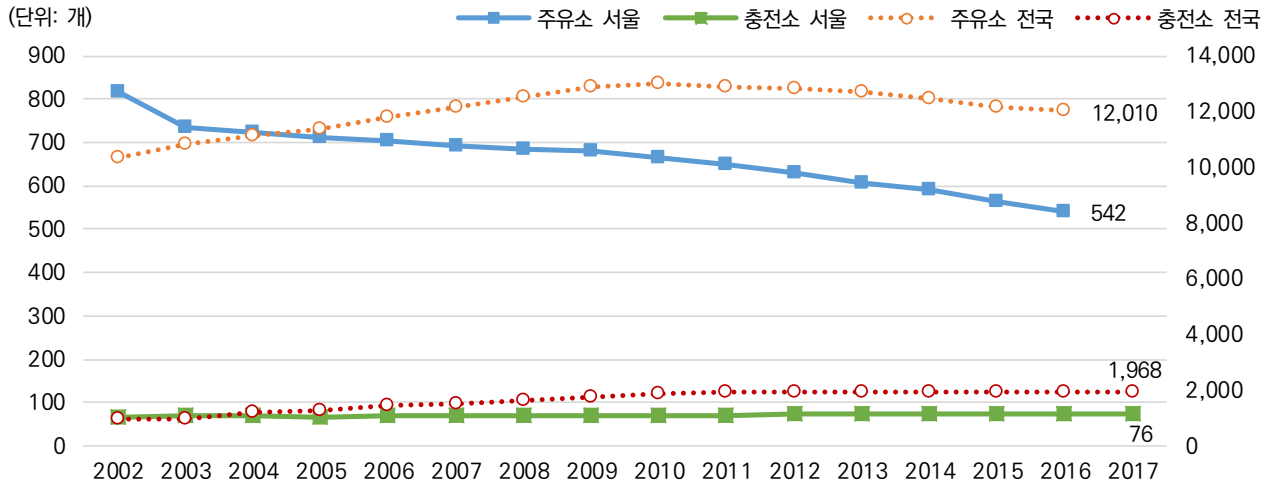
자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 18〉 전국 및 서울시 수송용 석유제품 가격변화 추이

- 서울시의 수송부문 석유제품 판매가격 변화를 살펴보면 LPG의 경우 전국 평균 판매가와 서울시의 판매가격의 차이가 상대적으로 크지 않은 반면 휘발유와 경유의 경우는 전국 평균보다 상대적으로 높은 가격에 판매되는 추세를 보이고 있음 이는 서울시의 석유제품 사용량 감소에도 영향을 미쳤을 것으로 분석됨
- 서울시의 수송부문 석유제품 소비량 변화에 영향을 줄 수 있는 요인 중 하나인로 공급 인프라(주요소 및 LPG 충전소)변화도 살펴 보았는데 LPG충전소의 경우 큰 변화가 없었던 반면 주유소의 경우 2002년 816개 → 2016년 542개로 급격하게 감소하는 추세를 보이고 있어 서울시 수송부문 석유제품 사용량 감소에도 영향을 주었을 것으로 보임



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

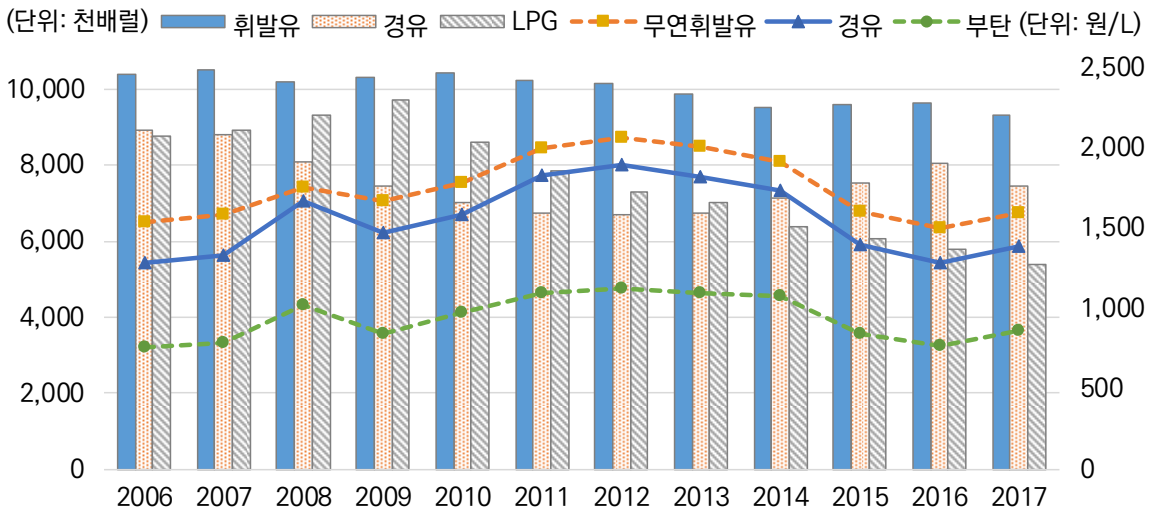
〈그림 19〉 전국 및 서울시 주유소 및 충전소 변화 추이

〈표 17〉 서울시 유류 소비량 및 유류 판매가격 변화

구분	유류소비량(1000배럴)			유류판매가격(원/L)		
	휘발유	경유	LPG	무연휘발유	경유	부탄
2006	10,393	8,935	8,768	1,539	1,285	759
2007	10,515	8,802	8,926	1,582	1,334	786
2008	10,210	8,102	9,301	1,752	1,670	1,023
2009	10,321	7,444	9,704	1,666	1,471	842
2010	10,413	7,016	8,608	1,776	1,582	968
2011	10,230	6,738	7,829	1,996	1,827	1,095
2012	10,144	6,699	7,293	2,059	1,891	1,123
2013	9,889	6,750	7,006	2,003	1,814	1,094
2014	9,515	7,148	6,387	1,915	1,730	1,076
2015	9,607	7,522	6,046	1,597	1,397	838
2016	9,647	8,036	5,771	1,500	1,285	768
2017	9,329	7,468	5,403	1,590	1,383	863

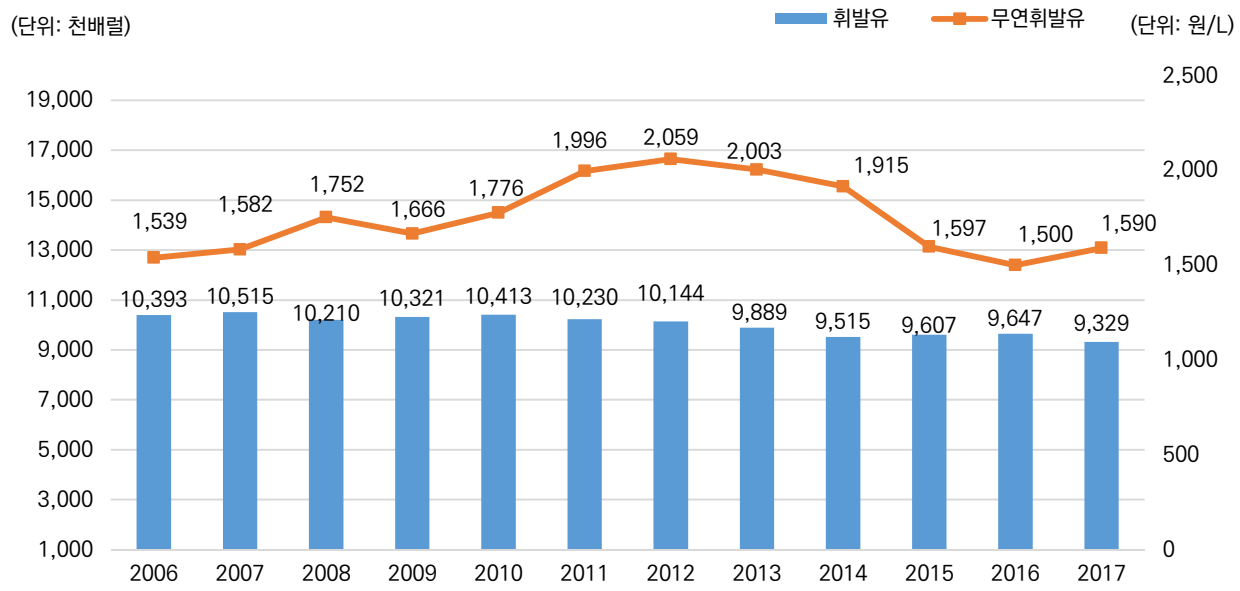
자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

- 서울시의 유류 판매가격 변화에 따른 유류 소비량 변화를 살펴보면 2012년까지 지속적인 유가 인상으로 인하여 유류 소비량이 감소하는 추세를 보이다가 2013년 이후 유가 인하에도 불구하고 유류 소비량 증가로 이어지지 않고 지속적인 감소 추세를 보임



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

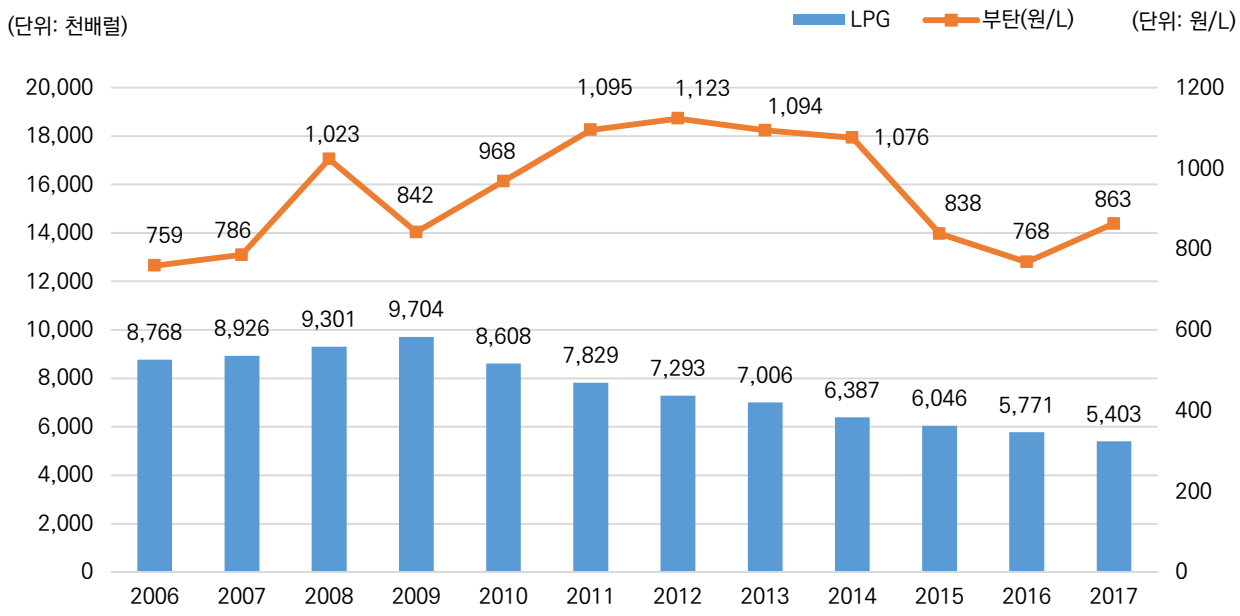
〈그림 20〉 서울시 유류 소비량 및 유류 판매가격 변화 추이



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

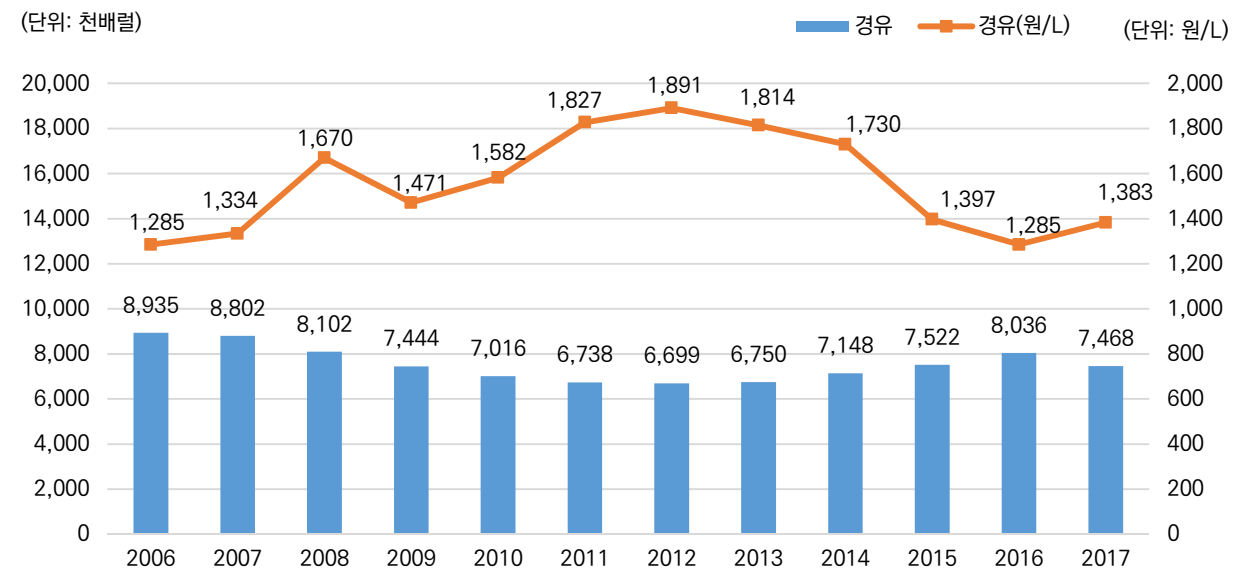
〈그림 21〉 서울시 무연 휘발유 가격 및 휘발유 소비량 변화 추이

- 서울시의 유류 판매가격 변화에 따른 유류 소비량 변화를 유종별로 살펴보면 휘발유와 LPG의 경우 2013년 이후 유가 인하에도 불구하고 지속적인 소비량 감소 추세를 보이고 있으며 특히, LPG의 경우 LPG 자동차 단종 등으로 인하여 감소 추세가 타 연료에 비해 급격하게 나타나고 있음



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 22〉 서울시 LPG 가격 및 LPG 소비량 변화 추이



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 23〉 서울시 경유 가격 및 경유 사용량 변화 추이

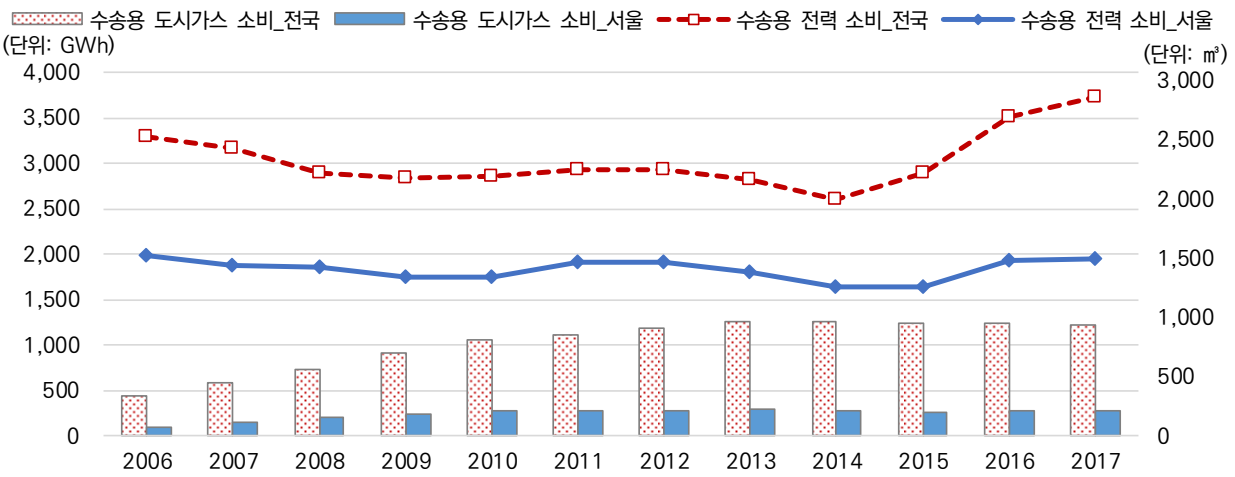
- 반면 경유의 경우 2012년까지의 유가 인상 요인으로 인하여 소비량이 지속적으로 감소하다가 2013년 유가가 인하되자 소비량이 증가하는 추세를 보여 타 연료에 비해 가격 변화가 소비량 변화로 이어지는 경향(가격 탄력성)을 보이고 있음

〈표 18〉 서울시 수송용 도시가스 및 전력 소비 변화

구분	수송용 도시가스 소비 (단위:백만㎥)		수송용 전력 소비 (단위:GWh)	
	전국	서울	전국	서울
2006	452.5	100.5	2,534	1,519
2007	582.8	148.4	2,433	1,439
2008	736.3	199.7	2,220	1,422
2009	909.8	243.8	2,174	1,343
2010	1,053.7	276.5	2,191	1,347
2011	1,113.0	280.1	2,246	1,463
2012	1,195.0	286.8	2,250	1,472
2013	1,259.0	291.9	2,168	1,379
2014	1,266.3	281.8	2,003	1,265
2015	1,246.5	270.6	2,217	1,264
2016	1,237.8	274.9	2,689	1,484
2017	1,228.1	271.4	2,864	1,498

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

- 석유 제품 외에도 서울시 수송부문 에너지원으로 이용되고 있는 도시가스 및 전력 소비량 변화를 살펴보면 시내버스의 100% CNG교체 등으로 인하여 수송용 도시가스 사용량이 2013년까지 지속적인 증가추세를 보이다가 이후 하향 안정화 추세를 보이고 있으며 수송용 전력 소비량도 도시철도 확충(노선 연장, 경전철 도입)등으로 인하여 일시적 상승 경향을 보이기는 하지만 전력 사용량 변화는 전반적으로 안정화 추세를 보이고 있음



자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

〈그림 24〉 서울시 수송용 도시가스 및 전력 소비 변화 추이

〈표 19〉 서울시 총 부가가치 생산액 중 운수업 생산액 비중 변화

(단위: 10억원, %)

구분	총생산액 (단위:10억원)		운수업생산액 (단위:10억원)		생산액비중(%)		
	전국	서울	전국	서울	서울/전국	수송/전국	수송/서울
2006	1,091,880	261,508	32,190	8,129	23.95	2.95	3.11
2007	1,151,843	274,419	36,397	9,197	23.82	3.16	3.35
2008	1,179,447	279,046	42,639	9,033	23.66	3.62	3.24
2009	1,187,344	281,302	42,636	9,761	23.69	3.59	3.47
2010	1,265,146	289,719	43,617	10,122	22.90	3.45	3.49
2011	1,308,882	298,540	41,506	8,664	22.81	3.17	2.90
2012	1,338,986	304,407	43,127	8,434	22.73	3.22	2.77
2013	1,376,143	307,255	47,058	9,294	22.33	3.42	3.02
2014	1,422,003	314,160	48,774	9,060	22.09	3.43	2.88
2015	1,462,701	325,245	49,954	9,373	22.24	3.42	2.88
2016	1,504,145	331,666	50,717	8,989	22.05	3.37	2.71
2017	1,553,948	339,796	51,661	8,769	21.87	3.32	2.58

자료: 에너지경제연구원, 지역에너지통계연보(2007~2018)

- 서울시 운수산업의 변화를 사회경제 지표 변화를 통해 살펴보면 서울시 총 부가가치 생산액 중 운수업 비중이 2006년 3.11% → 2010년 3.49%로 증가하는 추세를 보이다가 이후 지속적으로 감소하여 운수업 부가가치 생산액 비중이 2017년 2.58%로 나타남

3. 서울시 자동차 등록대수 및 주행거리 현황

3.1. 서울시 연료별 자동차 등록대수 현황

〈표 20〉 서울시 연료별 용도별 자동차 등록대수 변화

(단위: 대)

연료별	용도별	2008	2009	2010	2011	2012
휘발유	승용	1,638,436	1,638,248	1,658,316	1,658,339	1,639,338
	승합	2,433	2,132	1,914	1,730	1,625
	화물	2,290	2,079	1,945	1,841	1,744
	특수	9	7	7	12	19
	소계	1,643,168	1,642,466	1,662,182	1,661,922	1,642,726
경유	승용	430,291	441,954	456,192	468,604	493,518
	승합	109,689	104,726	102,761	102,910	103,491
	화물	315,657	304,200	299,863	299,204	298,084
	특수	3,333	3,445	3,748	4,210	4,559
	소계	858,970	854,325	862,564	874,928	899,652
LPG	승용	303,011	309,312	312,716	304,617	296,673
	승합	72,758	70,881	63,874	56,574	48,732
	화물	59,622	62,639	62,344	56,620	51,546
	특수	34	34	33	34	46
	소계	435,425	442,866	438,967	417,845	396,997
CNG/LNG	승용	92	209	429	900	1,211
	승합	6,364	7,488	8,268	8,468	8,565
	화물	263	381	433	476	498
	특수					3
	소계	6,719	8,078	9,130	9,844	10,277
하이브리드	승용	1,430	3,133	4,644	9,327	15,922
	승합				1	8
	화물					
	특수					
	소계	1,430	3,133	4,644	9,328	15,930
전기	승용			47	94	196
	승합			5	9	9
	화물					
	특수					
	소계			52	103	205
기타연료	승용	1,912	2,044	1,886	1,380	1,018
	승합	91	116	176	230	293
	화물	1,415	1,595	1,721	1,962	2,033
	특수	80	80	77	57	53
	소계	3,498	3,835	3,860	3,629	3,397
총계	승용	2,375,173	2,394,901	2,434,230	2,443,261	2,447,876
	승합	191,335	185,343	176,999	169,922	162,723
	화물	379,247	370,894	366,306	360,103	353,905
	특수	3,456	3,566	3,865	4,313	4,680
	소계	2,949,211	2,954,704	2,981,400	2,977,599	2,969,184

〈표 계속〉

연료별	용도별	2013	2014	2015	2016	2017	2018
휘발유	승용	1,618,909	1,611,808	1,599,561	1,593,968	1,597,418	1,589,567
	승합	1,555	1,438	1,297	1,199	1,099	1,059
	화물	1,731	1,672	1,649	1,633	1,735	1,827
	특수	20	20	21	19	18	18
	소계	1,622,215	1,614,938	1,602,528	1,596,819	1,600,270	1,592,471
경유	승용	529,605	585,708	652,373	697,496	728,314	744,280
	승합	105,090	104,928	103,043	100,355	97,003	93,190
	화물	297,874	300,331	304,235	302,902	302,573	302,557
	특수	5,070	5,655	6,548	6,974	7,349	7,760
	소계	937,639	996,622	1,066,199	1,107,727	1,135,239	1,147,787
LPG	승용	290,654	283,251	271,852	259,417	250,286	239,192
	승합	41,189	34,354	28,160	23,198	19,810	16,699
	화물	47,002	41,960	38,351	34,766	31,366	28,357
	특수	65	87	92	88	84	80
	소계	378,910	359,652	338,455	317,469	301,546	284,328
CNG/LNG	승용	1,304	1,147	780	678	617	597
	승합	8,628	8,727	8,737	8,712	8,664	8,621
	화물	492	483	472	461	447	414
	특수	3	3	3	3	3	3
	소계	10,427	10,360	9,992	9,854	9,731	9,635
하이브리드	승용	20,770	27,384	33,896	44,823	59,379	75,126
	승합	8	18	31	52	52	52
	화물	-	-	-	-	-	-
	특수	-	-	-	-	-	-
	소계	20,778	27,402	33,927	44,875	59,431	75,178
전기	승용	465	775	1,139	1,484	4,775	9,507
	승합	10	10	10	10	2	33
	화물	-	-	2	4	19	23
	특수	-	-	-	-	1	1
	소계	475	785	1,151	1,498	4,797	9,564
수소	승용	-	-	1	12	13	83
	승합	-	-	-	-	-	1
	화물	-	-	-	-	-	-
	특수	-	-	-	-	-	-
	소계	-	-	1	12	13	84
기타연료	승용	808	669	552	466	388	285
	승합	391	516	649	783	934	1,125
	화물	2,186	2,534	3,056	3,407	3,781	4,063
	특수	48	63	78	97	126	131
	소계	3,433	3,782	4,335	4,753	5,229	5,604
총계	승용	2,462,515	2,510,742	2,560,154	2,598,344	2,641,190	2,658,637
	승합	156,871	149,991	141,927	134,309	127,564	120,780
	화물	349,285	346,980	347,765	343,173	339,921	337,241
	특수	5,206	5,828	6,742	7,181	7,581	7,993
	소계	2,973,877	3,013,541	3,056,588	3,083,007	3,116,256	3,124,651

자료: 국토교통부, 자동차 등록통계(2008~2018)

- 서울시 자동차 등록대수 변화를 살펴보면 2008년 2,949,211대 → 2018년 3,124,651대로 10년간 5.9%(175,440대)가 증가한 것으로 나타났으며 2018년 총 등록대수의 85%가 승용차(2,658,637대) 인 것으로 나타남
- 승용차와 특수차를 제외한 승합차, 화물차 등록대수는 지속적인 감소추세를 보이고 있음

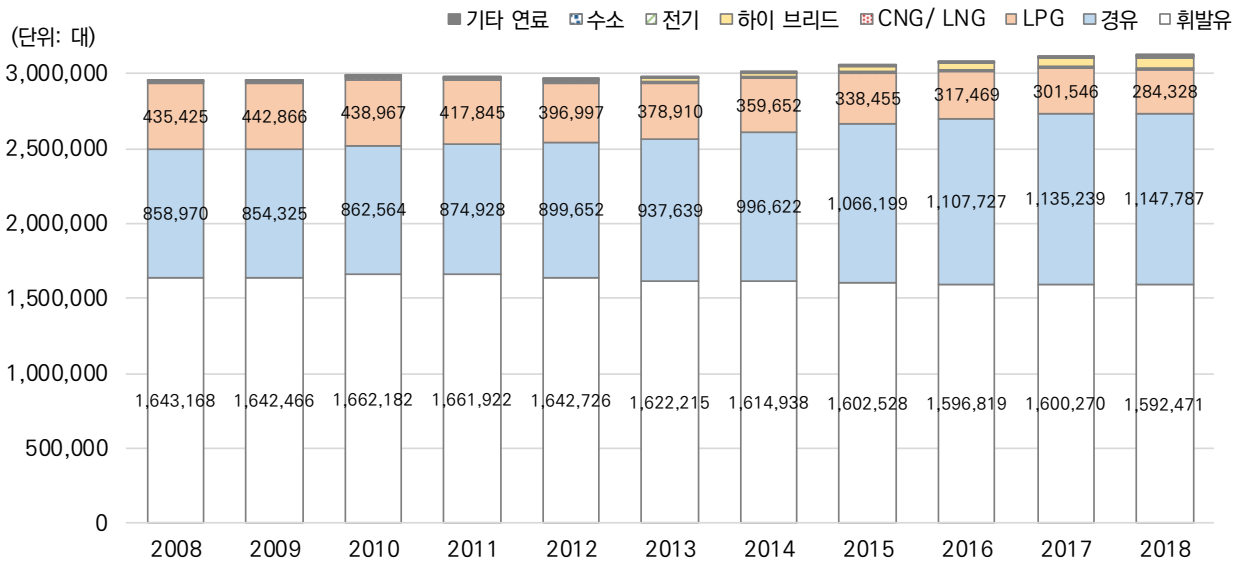
〈표 21〉 서울시 연료별 자동차 등록대수 변화

(단위: 대)

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	전기	수소	기타 연료	계
2008	1,643,168	858,970	435,425	6,719	1,430	·	·	3,498	2,949,211
2009	1,642,466	854,325	442,866	8,078	3,133	·	·	3,835	2,954,704
2010	1,662,182	862,564	438,967	9,130	4,644	52	·	3,860	2,981,400
2011	1,661,922	874,928	417,845	9,844	9,328	103	·	3,629	2,977,599
2012	1,642,726	899,652	396,997	10,277	15,930	205	·	3,397	2,969,184
2013	1,622,215	937,639	378,910	10,427	20,778	475	·	3,433	2,973,877
2014	1,614,938	996,622	359,652	10,360	27,402	785	·	3,782	3,013,541
2015	1,602,528	1,066,199	338,455	9,992	33,927	1,151	1	4,335	3,056,588
2016	1,596,819	1,107,727	317,469	9,854	44,875	1,498	12	4,753	3,083,007
2017	1,600,270	1,135,239	301,546	9,731	59,431	4,797	13	5,229	3,116,256
2018	1,592,471	1,147,787	284,328	9,635	75,178	9,564	84	5,604	3,124,651

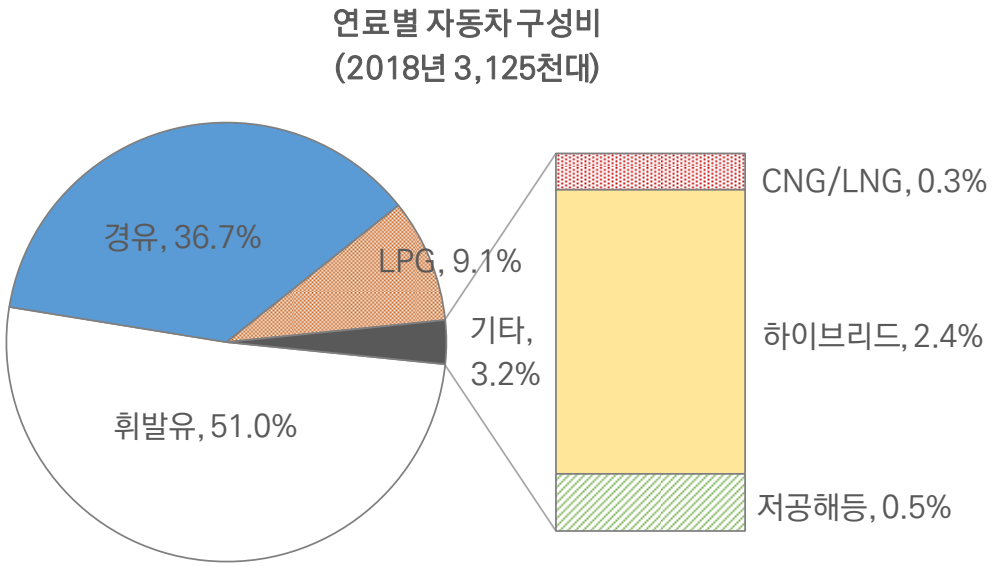
자료: 국토교통부, 자동차 등록통계(2008~2018)

- 서울시 자동차 등록대수의 연료별 변화를 살펴보면 휘발유 자동차의 경우 2008년 1,643,168대 → 2018년 1,592,471대로 10년간 3.0%(50,697대)가 감소한 반면 경유 자동차는 2008년 858,970대 → 2018년 1,147,787대로 33.6%(288,817대)가 증가한 것으로 나타남
- 서울시 등록 자동차 중 경유차 비중도 2008년 29.1% → 36.7%로 증가함 이는 타 차종의 증가보다는 경유 승용차 등록대수가 2008년 430,291대 → 2018년 744,280대로 (313,989대) 증가한 때문으로 분석됨
- LPG 자동차의 경우 2008년 435,425대 → 2018년 284,328대로 지속적인 감소 추세를 보임
- 하이브리드, 전기, 수소와 같은 친환경차는 하이브리드의 경우 2008년 1,430대 → 2018년 75,178대로 대폭 증가한 것으로 나타났으며 2017년 대비 2018년에만 약 16,000대가 증가하여 최근 증가 추세가 더 확대되는 경향을 보이고 있음 전기차의 경우 2010년 52대에 불과하였으나 2018년 9,564대로 보급대수가 확대 되었고 수소차의 경우 2018년 현재 84대가 등록되어 있는 것으로 나타남



자료: 국토교통부, 자동차 등록통계(2008~2018)

〈그림 25〉 서울시 연료별 자동차 등록대수 변화 추이



〈그림 26〉 서울시 연료별 자동차 구성비(2018년)

3.2. 서울시 규모별 자동차 등록대수 현황

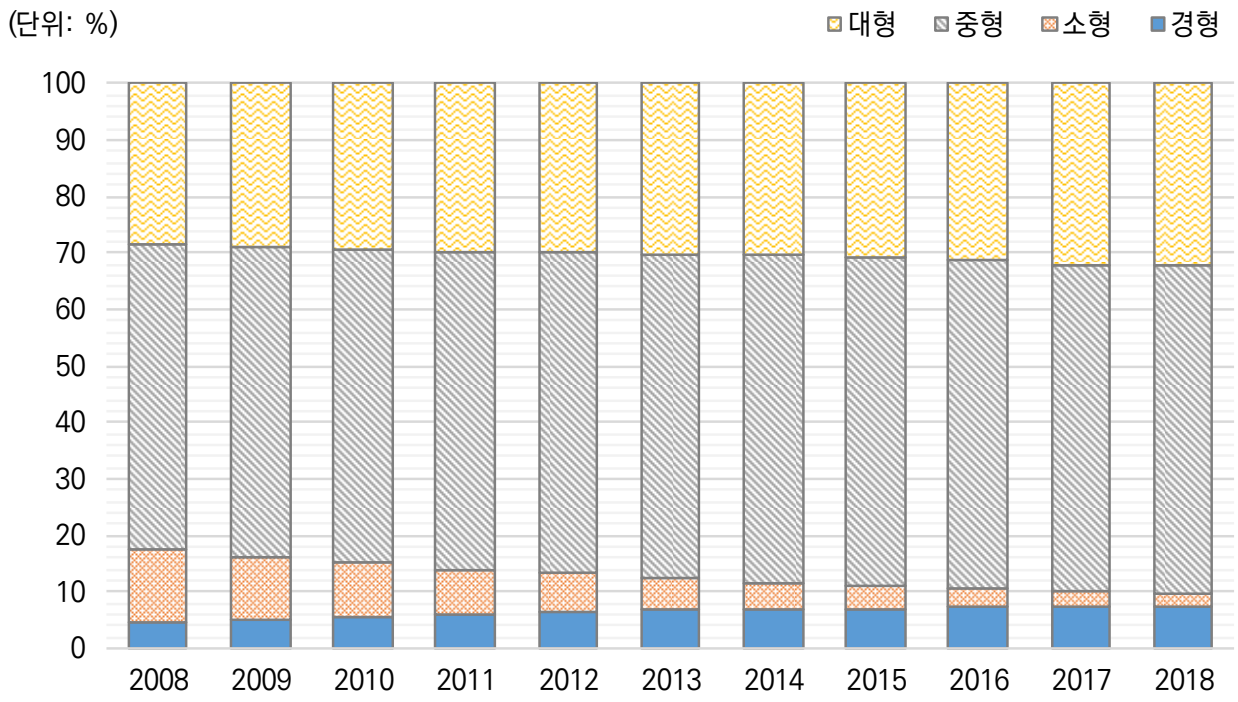
〈표 22〉 서울시 규모별 승용차 등록대수 현황

(단위: 대)

구분	경형	소형	중형	대형	계
2008	111,739	300,955	1,283,845	678,634	2,375,173
2009	121,359	268,748	1,313,036	691,758	2,394,901
2010	132,054	233,860	1,357,268	711,048	2,434,230
2011	142,501	196,663	1,376,318	727,779	2,443,261
2012	156,106	165,350	1,392,583	733,837	2,447,876
2013	164,336	140,741	1,414,740	742,698	2,462,515
2014	173,533	120,721	1,450,303	766,185	2,510,742
2015	180,802	102,388	1,483,388	793,576	2,560,154
2016	185,699	87,757	1,507,644	817,244	2,598,344
2017	191,736	75,636	1,528,821	844,997	2,641,190
2018	195,676	65,944	1,534,990	862,027	2,658,637

자료: 국토교통부, 자동차 등록통계(2008~2018)

- 서울시 자동차 등록대수의 규모별 변화를 살펴보면 서울시 등록자동차의 85%(2018년 기준)를 차지하는 승용차의 규모별 등록대수 변화를 살펴보면 중형이 2008년 1,283,845대(54.1%) → 2018년 1,534,990대(57.7%)로 지속적으로 증가하고 있으며 대형의 경우에도 2008년 678,634대(28.6%) → 2018년 862,027대(32.4%)으로 증가하는 추세를 보이고 있음
- 반면 소형의 경우 2008년 300,955대(12.7%) → 2018년 65,944대(2.5%)로 급격한 감소 추세를 보이고 있음 경형의 경우 2018년 195,676대로 지속적으로 증하고는 있으나 전체 등록대수 비중은 최근 5년간 큰 차이를 보이고 있지 않음
- 이러한 경향은 소득 증가와 함께 중, 대형차를 선호하는 불합리한 자동차 소비구조의 고착화에 의한 것으로 분석되며, 소형차의 급감은 중, 대형차 선호 경향과 함께 자동차 제작사들의 마케팅 전략 변화 등으로 인하여 소형차 차종의 축소/생산 등에 인한 것으로 분석됨



자료: 국토교통부, 자동차 등록통계(2008~2018)

〈그림 27〉 서울시 규모별 승용차 등록대수 변화 추이

〈표 23〉 서울시 규모별 용도별 자동차 등록대수 현황

(단위: 대)

구분		승용	승합	화물	특수	계
2008	소형	300,955	14,746	230,435	560	546,696
	중형	1,283,845	150,166	105,127	1,557	1,540,695
	대형	678,634	12,940	17,607	1,326	710,507
	경형	111,739	13,483	26,078	13	151,313
	계	2,375,173	191,335	379,247	3,456	2,949,211
2009	소형	268,748	12,830	228,142	614	510,334
	중형	1,313,036	146,827	99,549	1,535	1,560,947
	대형	691,758	12,826	18,025	1,404	724,013
	경형	121,359	12,860	25,178	13	159,410
	계	2,394,901	185,343	370,894	3,566	2,954,704
2010	소형	233,860	11,333	228,961	827	474,981
	중형	1,357,268	140,691	93,774	1,563	1,593,296
	대형	711,048	13,010	18,771	1,462	744,291
	경형	132,054	11,965	24,800	13	168,832
	계	2,434,230	176,999	366,306	3,865	2,981,400
2011	소형	196,663	10,114	227,962	1,147	435,886
	중형	1,376,318	135,084	88,475	1,611	1,601,488
	대형	727,779	13,270	19,447	1,539	762,035
	경형	142,501	11,454	24,219	16	178,190
	계	2,443,261	169,922	360,103	4,313	2,977,599
2012	소형	165,350	9,199	227,280	1,477	403,306
	중형	1,392,583	129,853	83,328	1,646	1,607,410
	대형	733,837	13,379	19,340	1,533	768,089
	경형	156,106	10,292	23,957	24	190,379
	계	2,447,876	162,723	353,905	4,680	2,969,184
2013	소형	140,741	8,440	227,979	1,838	378,998
	중형	1,414,740	125,424	77,980	1,697	1,619,841
	대형	742,698	13,428	19,192	1,647	776,965
	경형	164,336	9,579	24,134	24	198,073
	계	2,462,515	156,871	349,285	5,206	2,973,877
2014	소형	120,721	7,761	230,397	2,314	361,193
	중형	1,450,303	119,725	73,898	1,787	1,645,713
	대형	766,185	13,619	19,572	1,701	801,077
	경형	173,533	8,886	23,113	26	205,558
	계	2,510,742	149,991	346,980	5,828	3,013,541
2015	소형	102,388	7,052	235,712	2,997	348,149
	중형	1,483,388	112,653	68,900	1,940	1,666,881
	대형	793,576	13,818	20,089	1,779	829,262
	경형	180,802	8,404	23,064	26	212,296
	계	2,560,154	141,927	347,765	6,742	3,056,588
2016	소형	87,757	6,482	236,421	3,353	334,013
	중형	1,507,644	106,138	63,618	1,991	1,679,391
	대형	817,244	13,798	20,833	1,816	853,691
	경형	185,699	7,891	22,301	21	215,912
	계	2,598,344	134,309	343,173	7,181	3,083,007
2017	소형	75,636	5,986	238,603	3,634	323,859
	중형	1,528,821	100,000	58,830	2,073	1,689,724
	대형	844,997	13,760	21,210	1,855	881,822
	경형	191,736	7,818	21,278	19	220,851
	계	2,641,190	127,564	339,921	7,581	3,116,256
2018	소형	65,944	5,614	241,970	4,011	317,539
	중형	1,534,990	94,270	53,700	2,089	1,685,049
	대형	862,027	13,647	21,389	1,880	898,943
	경형	195,676	7,249	20,182	13	223,120
	계	2,658,637	120,780	337,241	7,993	3,124,651

자료: 국토교통부, 자동차 등록통계(2008~2018)

3.3. 서울시 자동차 주행거리 현황

〈표 24〉 서울시 일평균 주행거리 현황(2018)

(단위: km/대)

구분		전국			서울		
		전체	비사업용	사업용	전체	비사업용	사업용
승용	소계	35.8	33.6	75.8	32.7	30.2	85.6
	일반형	34.3	31.7	78.1	32.0	28.6	87.8
	경형	23.7	22.8	56.0	22.8	21.6	61.3
	소형	21.6	21.6	47.2	18.7	18.7	32.7
	중형	35.9	32.8	79.6	33.4	29.1	88.9
	대형	38.7	36.0	79.8	33.3	30.8	89.5
	다목적형	39.9	39.0	68	35.3	34.9	63.9
	중형	40.3	39.2	68.2	35.8	35.3	65.7
	대형	39.0	38.5	66.8	34.5	34.3	58.3
	기타형	37.2	35.4	65.5	33.4	32.3	66
승합	소계	59.8	39.4	178.4	54.5	37.1	177.1
	일반형	60.7	39.7	179.1	55.3	37.4	179.3
	소형	36.4	36.6	22.1	35.1	35.1	24.8
	중형	43.9	39.8	94.1	40.9	37.3	104.6
	대형	193.3	43.8	237.2	170.3	45.5	216.6
	특수용도형	33.1	32.8	43.5	33.1	32.2	48.6
화물	소계	49.7	40.6	123.4	56.3	44.0	116.8
	일반형	51.1	40.0	153.6	58.5	43.6	125.0
	소형	42.6	40.4	102.1	50.1	43.7	97.1
	중형	49.3	35.8	131.2	61.2	41.1	119.2
	대형	135.7	50.9	194.1	147.5	57.4	184.4
	덤프형	19.0	18.1	40.8	25.1	19.6	43.4
	소형	21.7	21.6	32.3	24.2	24.1	57.7
	중형	15.6	14.5	36.8	23.5	18.7	41.5
	대형	19.7	16.6	47.4	32.1	12	45.7
	밴형	39.4	38.2	90.3	45.8	42.4	93.5
	소형	40.9	39.6	93.4	47.9	44.3	95.3
	중형	30.4	30	58.9	30.2	28.7	67.9
	특수용도형	55.2	49.8	71.7	59.6	47.4	104.4
특수	소계	121.5	39.4	160.2	61.4	30.4	87.6
	견인형	224.2	69	249.1	244.3	70.7	276.7
	구난형	62.2	43.5	75.6	66.3	52.0	75.7
	특수작업형	31.1	29.1	32.9	36.3	26.5	38.8
전체		39.2	34.9	100.0	36.3	31.8	101.8

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

- 서울시 전체 자동차의 1대당 일평균 주행거리는 전체 자동차의 경우 36.3km/대이며, 이중 비사업용 자동차가 31.8km/대 사업용 자동차가 101.8km/대로 나타남

〈표 25〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화

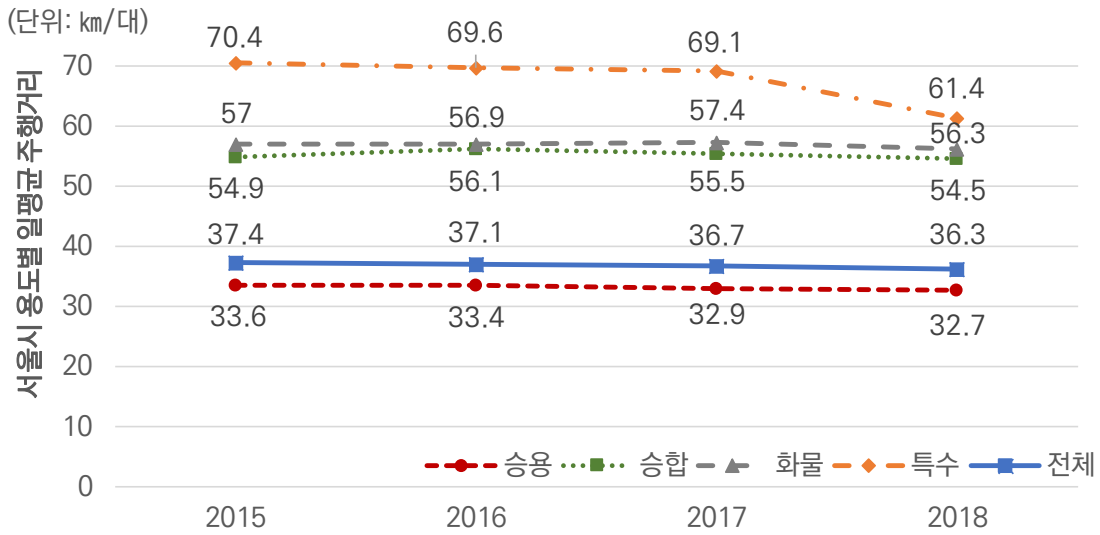
(단위: km/대)

구분		2015		2016		2017		2018	
		전국	서울	전국	서울	전국	서울	전국	서울
승용	소계	36.1	33.6	36.1	33.4	35.8	32.9	35.8	32.7
	일반형	35.1	33.1	34.8	32.6	34.5	32.1	34.3	32.0
	경형	24.7	23.9	25.5	24.9	24.4	23.5	23.7	22.8
	소형	22.3	19.3	22.7	20.1	22.0	18.9	21.6	18.7
	중형	37.1	34.9	36.1	33.7	35.9	33.6	35.9	33.4
	대형	39.5	34.4	39.7	34.5	38.9	33.5	38.7	33.3
	다목적형	39.9	36.0	40.4	36.3	40.0	35.7	39.9	35.3
	중형	39.6	35.6	40.6	36.5	40.2	35.8	40.3	35.8
	대형	40.4	36.8	39.9	36.2	39.7	35.4	39.0	34.5
	기타형	36.3	33.9	36.6	34.0	36.6	33.2	37.2	33.4
승합	소계	57.9	54.9	59.9	56.1	60.1	55.5	59.8	54.5
	일반형	58.2	55.2	60.3	56.5	60.8	56.0	60.7	55.3
	소형	36.0	34.5	39.3	36.5	35.7	34.0	36.4	35.1
	중형	44.0	41.3	45.0	42.7	44.5	41.6	43.9	40.9
	대형	191.1	175.7	193.1	173.4	195	176.2	193.3	170.3
	특수용도형	43.3	43.4	42.7	41.5	39.1	40.4	33.1	33.1
화물	소계	50.3	57.0	50.2	56.9	50.9	57.4	49.7	56.3
	일반형	52.3	59.4	51.7	58.7	52.6	59.9	51.1	58.5
	소형	43.9	51.6	43	50.8	43.7	51.5	42.6	50.1
	중형	51.4	60.0	51.3	60.6	51.7	62.0	49.3	61.2
	대형	134.4	145.0	134.5	143.9	137.9	148.9	135.7	147.5
	덤프형	19.1	23.4	19.3	24.8	19.4	24.9	19.0	25.1
	소형	21.0	22.0	21.3	22.9	21.4	22.3	21.7	24.2
	중형	17.3	23.0	17.0	24.2	16.7	24.3	15.6	23.5
	대형	19.3	27.0	20.2	30.7	20.9	30.6	19.7	32.1
	밴형	38.9	46.3	39.9	47.4	38.2	44.8	39.4	45.8
	소형	39.8	48.6	41.3	50.1	39.8	47.2	40.9	47.9
	중형	34.8	35.8	33.4	34.1	29.9	30.3	30.4	30.2
	특수용도형	56.1	63.1	57.4	62.3	58.4	63.0	55.2	59.6
특수	소계	129.4	70.4	128.7	69.6	128	69.1	121.5	61.4
	견인형	216.7	229.7	221.7	343.2	228.4	247.8	224.2	244.3
	구난형	57.4	61.7	59.9	64.4	60.3	63.7	62.2	66.3
	특수작업형	30.4	36.8	32	38.5	31.6	36.7	31.1	36.3
전체		39.8	37.4	39.7	37.1	39.5	36.7	39.2	36.3

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

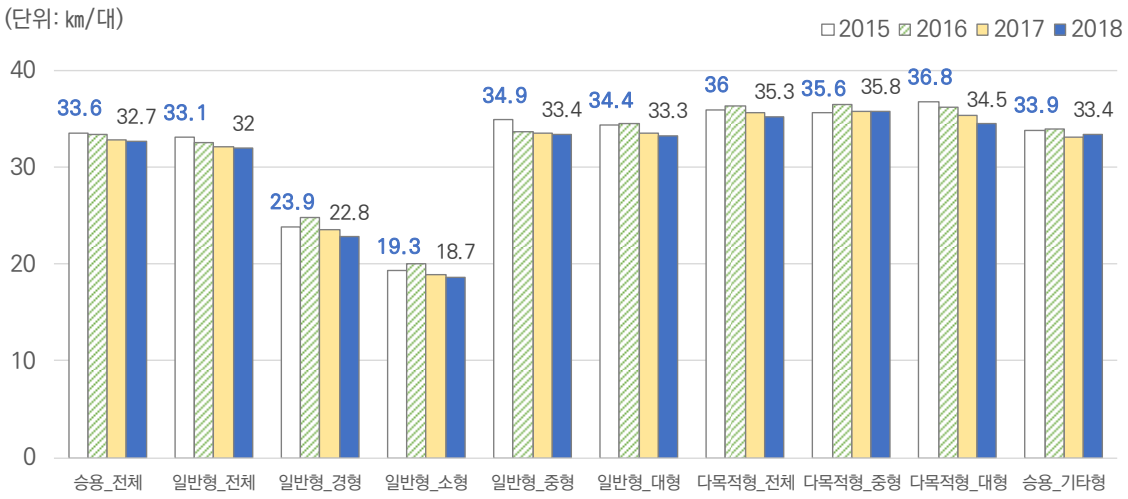
- 서울시 전체 자동차의 1대당 일평균 주행거리 변화를 살펴보면 2015년 37.4km/대에서 2018년 36.3km/대로 지속적인 감소추세를 보이고 있음

- 서울시 자동차 1대당 일평균 주행거리 변화는 승용, 화물, 승합, 특수 등 모든 차종에서 지속적인 감소추세를 보이고 있음



자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 28〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화 추이



자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 29〉 서울시 승용차 일평균 주행거리 변화 추이

- 서울시 자동차 1대당 일평균 주행거리는 지속적으로 감소하고 있으나 승용차의 1대당 일평균 주행거리 패턴을 살펴보면 경형→소형→중형→대형으로 갈수록 평균 주행거리가 길고 일반형→기타형→다목적형으로 갈수록 평균 주행거리가 길어지는 경향을 보이고 있어 서울시의 중, 대형차 및 RV, SUV증가 추세로 볼 때 에너지 사용량 감축을 위해서는 자동차 소비구조 변화에 대한 방안 마련이 필요해 보임

〈표 26〉 서울시 용도별 연간 총 주행거리 현황(2018)

(단위: 천km)

구분		전체	비사업용	사업용
승용	소계	31,580,803	27,779,611	3,801,192
	일반형	22,827,148	19,301,050	3,526,098
	경형	1,467,401	1,352,129	115,272
	소형	420,221	419,870	350
	중형	13,349,289	10,790,576	2,558,713
	대형	7,590,238	6,738,475	851,763
	다목적형	6,992,519	6,828,004	164,515
	중형	4,434,585	4,307,322	127,262
	대형	2,557,935	250,682	37,253
	기타형	1,761,135	1,650,556	110,579
승합	소계	2,515,433	1,502,960	1,012,473
	일반형	2,456,875	1,449,164	1,007,712
	소형	158,644	158,543	101
	중형	1,422,121	1,227,154	194,967
	대형	876,109	63,466	812,643
	특수용도형	58,558	53,797	4,761
화물	소계	7,002,320	4,546,211	245,108
	일반형	4,439,524	2,697,735	1,741,790
	소형	2,887,204	2,211,954	675,250
	중형	806,610	401,661	404,949
	대형	745,711	84,120	661,591
	덤프형	16,713	9,952	6,761
	소형	3,366	3,341	26
	중형	9,662	6,056	3,606
	대형	3,685	555	3,129
	밴형	1,032,766	892,436	140,330
	소형	951,574	817,993	133,581
	중형	81,192	74,443	6,749
	특수용도형	1,513,316	946,089	567,228
특수	소계	198,823	44,954	153,869
	견인형	96,608	4,398	92,210
	구난형	19,375	6,055	13,320
	특수작업형	82,840	34,500	48,339
전체		41,297,378	33,873,736	7,423,642

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

- 서울시 연간 총 주행거리는 41,297,378천km로 승용차의 연간 총 주행거리가 22,827,148천km로 가장 길고, 화물(7,002,320천km), 승합(2,515,433천km), 특수(198,823천km) 순으로 나타남

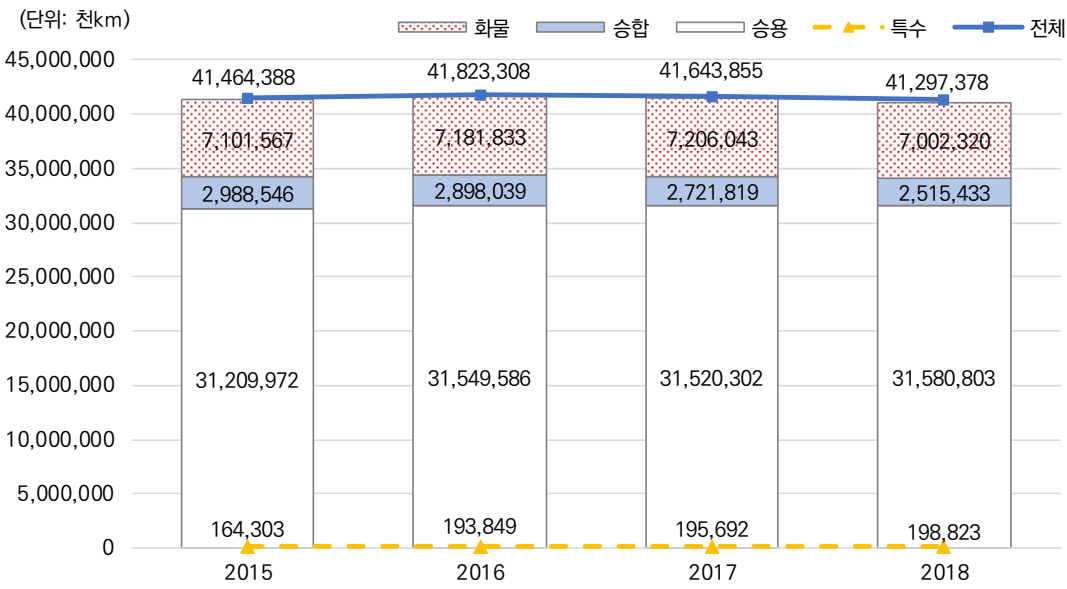
〈표 27〉 서울시 용도별 연간 총 주행거리 변화

(단위: 천km)

구분		2015	2016	2017	2018
승용	소계	31,209,972	31,549,586	31,520,302	31,580,803
	일반형	23,588,713	23,363,364	23,136,726	22,827,148
	경형	1,377,622	1,541,810	1,491,821	1,467,401
	소형	714,540	606,297	504,231	420,221
	중형	14,457,446	13,823,646	13,700,887	13,349,289
	대형	7,039,106	7,391,611	7,439,786	7,590,238
	다목적형	6,031,941	6,518,320	6,642,378	6,992,519
	중형	3,560,830	4,003,201	4,124,041	4,434,585
	대형	2,471,111	2,515,119	2,158,337	2,557,935
	기타형	1,589,318	1,667,901	1,741,198	1,761,135
승합	소계	2,988,546	2,898,039	2,721,819	2,515,433
	일반형	2,925,979	2,833,459	2,658,712	2,456,875
	소형	188,211	190,915	159,194	158,644
	중형	1,729,554	1,681,046	1,558,538	1,422,121
	대형	1,008,214	961,498	940,980	876,109
	특수용도형	62,567	64,581	63,108	58,558
화물	소계	7,101,567	7,181,833	7,206,043	7,002,320
	일반형	4,575,441	4,539,017	4,594,639	4,439,524
	소형	2,893,601	2,906,934	2,965,568	2,887,204
	중형	960,946	919,849	877,087	806,610
	대형	720,894	712,234	751,983	745,711
	덤프형	16,710	17,493	16,951	16,713
	소형	2,655	3,193	3,061	3,366
	중형	11,306	11,296	10,625	9,662
	대형	2,749	3,004	3,264	3,685
	밴형	1,207,575	1,191,487	1,067,141	1,032,766
	소형	1,037,501	1,049,903	963,006	951,574
	중형	170,074	141,584	104,135	81,192
	특수용도형	1,301,842	1,433,836	1,527,312	1,513,316
특수	소계	164,303	193,849	195,692	198,823
	견인형	83,872	93,205	98,348	96,608
	구난형	19,758	20,120	18,923	19,375
	특수작업형	60,673	80,524	78,421	82,840
전체		41,464,388	41,823,308	41,643,855	41,297,378

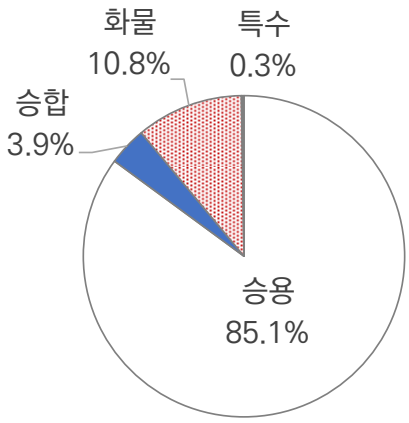
자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

- 서울시 연간 총 주행거리 변화를 살펴보면 2015년 41,464,388천km → 2018년 41,297,378천km로 매년 감소 추세를 보이고 있으나 승용차의 연간 총 주행거리는 2015년 31,209,972천km → 2018년 31,580,803천km로 매년 증가 추세를 보이고 있음



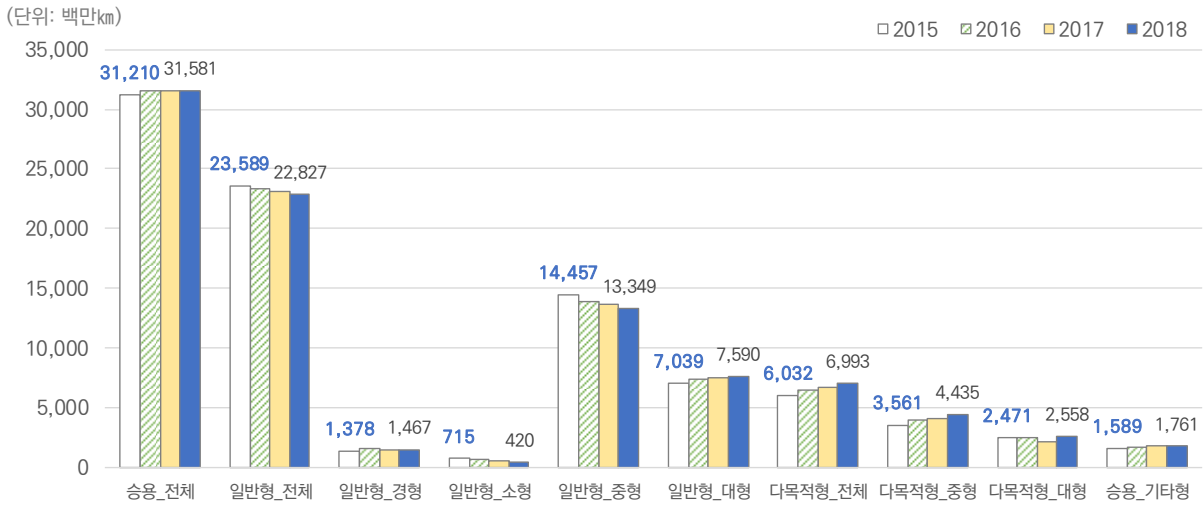
자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 30〉 서울시 연간 총 주행거리 변화 추이



〈그림 31〉 2018년 서울시 차종별 구성비

- 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화를 살펴보면 일반형 승용차 전체에서는 매년 지속적 감소 추세를 보이고 있는 대형 승용차와 다목적형 및 기타형 승용차의 주행거리는 매년 증가하는 추세를 보임
- 이러한 결과는 서울시 승용차의 일평균 주행거리는 매년 감소하는 반면 대형 승용차 및 중, 대형 SUV의 등록대수가 증가함에 따라 대형, 다목적형 및 기타형 승용차의 연간 총 주행거리가 증가하는 결과로 이어지고 있는 것으로 분석됨



자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 32〉 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화 추이

〈표 28〉 서울시 연료별 일평균 주행거리 현황(2018)

(단위: km/대)

구분		전국			서울		
		전체	비사업용	사업용	전체	비사업용	사업용
승용	계	35.8	33.6	75.8	32.7	30.2	85.6
	휘발유	30.5	29.7	58.6	27.5	26.9	61.2
	경유	40.8	39.6	69.4	36.4	35.8	66.8
	LPG	48.8	36.8	90.6	53.4	32.1	98.2
	기타	43.8	42.5	69.8	40.7	38.3	65.2
승합	계	59.8	39.4	178.4	54.5	37.1	177.1
	휘발유	24.9	24.4	55.3	23.5	21.6	72.8
	경유	55.9	40.3	161.0	46.8	38.1	146.5
	LPG	35.7	35.7	36.4	33.5	33.2	146.1
	기타	181.1	22.2	235.2	166.9	36.7	208.5
화물	계	49.7	40.6	123.4	56.3	44.0	116.8
	휘발유	30.0	29.8	142.6	31.9	31.9	49.0
	경유	51.0	41.0	143.4	58.1	45.7	118.6
	LPG	40.0	30.7	124.1	49.2	30.5	117.5
	기타	17.9	43.6	0.4	36.1	37.9	7.9
특수	계	121.5	39.4	160.2	61.4	30.4	87.6
	휘발유	40.6	13.1	395.3	14.8	14.8	0
	경유	123.4	40.6	160.3	68.9	35.3	87.8
	LPG	32.8	16.2	72.8	64.4	10.3	79.7
	기타	21.1	21.1	0	21.1	21.1	0
전체	계	39.2	34.9	100.0	36.3	31.8	101.8
	휘발유	30.5	29.7	58.7	27.5	26.9	61.3
	경유	46.1	40.1	122.4	43.1	38.3	110.1
	LPG	47.6	36.3	91.5	51.7	32.0	99.7
	기타	50.2	42.0	84.2	52.9	37.9	134.8

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

- 서울시 자동차의 일평균 주행거리를 연료별로 살펴보면 휘발유(27.5km/대)→경유(43.1km/대)→LPG(51.7km/대)→기타(52.9km/대) 순으로 높게 나타남
- 이는 휘발유 자동차는 대부분 사업용 승용차이나 경유 자동차의 경우 사업용 화물차를 포함하고 있고 LPG 자동차의 대부분은 택시로 이용되고 있기 때문이며, 기타 연료에는 시내버스에서 주로 사용하는 CNG가 포함되기 때문으로 분석됨

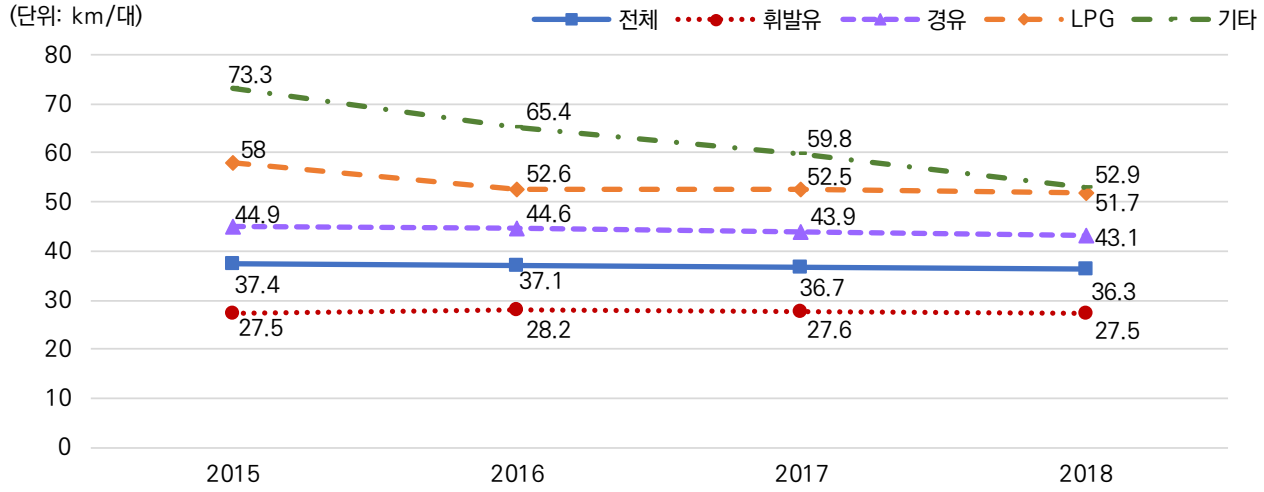
〈표 29〉 서울시 연료별 일평균 주행거리 변화

(단위: km/대)

구분		2015		2016		2017		2018	
		전국	서울	전국	서울	전국	서울	전국	서울
승용	계	36.1	33.6	36.1	33.4	35.8	32.9	35.8	32.7
	휘발유	30.4	27.5	31.0	28.2	30.6	27.6	30.5	27.5
	경유	40.4	36.9	40.9	37.2	40.7	36.5	40.8	36.4
	LPG	54.7	62.6	50.0	55.1	49.5	54.7	48.8	53.4
	기타	47.1	42.8	45.1	41.9	43.9	41.2	43.8	40.7
승합	계	57.9	54.9	59.9	56.1	60.1	55.5	59.8	54.5
	휘발유	24.3	23.3	25.7	26.3	23.8	23.2	24.9	23.5
	경유	55.2	48.1	56.6	48.6	56.6	48.0	55.9	46.8
	LPG	33.8	30.7	36.2	33.5	34.9	31.7	35.7	33.5
	기타	224.5	195.6	212.4	187.3	198.8	185.6	181.1	166.9
화물	계	50.3	57.0	50.2	56.9	50.9	57.4	49.7	56.3
	휘발유	24.5	26.0	23.7	26.7	26.8	24.8	30.0	31.9
	경유	51.6	58.9	51.5	58.7	52.3	59.2	51.0	58.1
	LPG	40.4	47.6	40.3	48.3	40.2	48.8	40.0	49.2
	기타	16.1	42.2	17.3	40.7	18.6	40.9	17.9	36.1
특수	계	129.4	70.4	128.7	69.6	128.0	69.1	121.5	61.4
	휘발유	11.3	8.5	13.0	15.7	14.3	7.6	40.6	14.8
	경유	131.3	73.5	130.4	73.7	130.0	72.0	123.4	68.9
	LPG	29.5	66.2	33.1	68.6	33.2	72.0	32.8	64.4
	기타	16.9	32.7	29.8	34.6	22.6	29.3	21.1	21.1
전체	계	39.8	37.4	39.7	37.1	39.5	36.7	39.2	36.3
	휘발유	30.4	27.5	31.0	28.2	30.6	27.6	30.5	27.5
	경유	47.0	44.9	47.0	44.6	46.9	43.9	46.1	43.1
	LPG	52.3	58.0	48.6	52.6	48.2	52.5	47.6	51.7
	기타	61.6	73.3	56.9	65.4	53.0	59.8	50.2	52.9

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

- 서울시 자동차의 일평균 주행거리 변화를 살펴보면 모든 유종에서 매년 감소하는 추세를 나타냄



자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 33〉 서울시 연료별 일평균 주행거리 변화 추이

〈표 30〉 서울시 연료별 연간 총 주행거리 현황(2018)

(단위: 천km)

구분		전체	비사업용	사업용
승용	계	31,580,803	27,779,611	3,801,192
	휘발유	15,831,842	15,298,466	533,376
	경유	9,992,099	9,651,475	340,623
	LPG	4,668,798	1,900,315	2,768,482
	기타	1,088,064	929,354	158,710
승합	계	2,515,433	1,502,960	1,012,473
	휘발유	9,093	8,064	1,029
	경유	1,660,732	1,243,331	417,401
	LPG	221,102	218,370	2,731
	기타	624,506	33,194	591,312
화물	계	7,002,320	4,546,211	2,456,108
	휘발유	17,223	17,148	75
	경유	6,262,365	4,083,497	2,178,868
	LPG	536,642	261,943	274,699
	기타	186,089	183,623	2,466
특수	계	198,823	44,954	153,869
	휘발유	136	136	-
	경유	186,452	34,399	152,053
	LPG	1,882	67	1,816
	기타	10,352	10,352	-
전체	계	41,297,378	33,873,736	7,423,642
	휘발유	15,858,295	15,323,814	534,480
	경유	18,101,648	15,012,703	3,088,945
	LPG	5,428,424	2,380,695	3,047,729
	기타	1,909,011	1,156,524	752,487

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

- 서울시 자동차의 연간 총 주행거리 현황을 살펴보면 비사업용 휘발유 승용차의 총 주행거리가 15,298,466천km로 가장 길고 비사업용 경유 승용차의 주행거리(9,651,475천km)가 그 다으로 높은 것으로 나타남
- 이를 연료별 살펴보면 경유>휘발유>LPG>기타 순으로 나타나 최근의 경유 승용차(주로 중,대형 일반 승용차 및 SUV)의 증가가 총 주행거리 증가로 이어지는 경향을 보이고 있음

〈표 31〉 서울시 연료별 연간 총 주행거리 변화

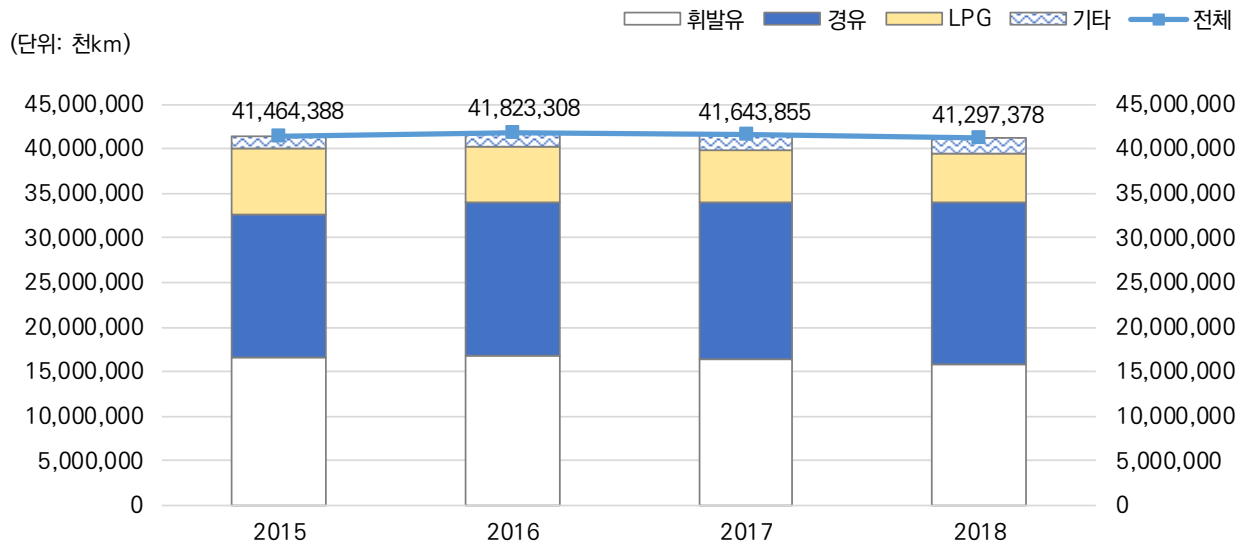
(단위: 천km)

구분		2015	2016	2017	2018
승용	계	31,209,972	31,549,586	31,520,302	31,580,803
	휘발유	16,593,097	16,831,584	16,371,212	15,831,842
	경유	7,723,898	8,826,405	9,290,048	9,992,099
	LPG	6,371,630	5,248,538	5,038,510	4,668,798
	기타	521,347	643,058	820,532	1,088,064
승합	계	2,988,546	2,898,039	2,721,819	2,515,433
	휘발유	12,207	13,010	10,660	9,093
	경유	1,840,005	1,852,906	1,776,740	1,660,732
	LPG	359,134	307,987	250,658	221,102
	기타	777,200	724,136	683,761	624,506
화물	계	7,101,567	7,181,833	7,206,043	7,002,320
	휘발유	12,506	13,257	11,689	17,223
	경유	6,249,231	6,353,805	6,415,258	6,262,365
	LPG	694,144	647,989	591,041	536,642
	기타	145,687	166,782	188,056	186,089
특수	계	164,303	193,849	195,692	198,823
	휘발유	76	116	55	136
	경유	157,228	182,153	188,291	186,452
	LPG	1,772	2,114	2,013	1,882
	기타	5,228	9,467	5,332	10,352
전체	계	41,464,388	41,823,308	41,643,855	41,297,378
	휘발유	16,617,885	16,857,967	16,393,616	15,858,295
	경유	15,970,363	17,215,270	17,670,337	18,101,648
	LPG	7,426,679	6,206,627	5,882,222	5,428,424
	기타	1,449,462	1,543,444	1,697,681	1,909,011

자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

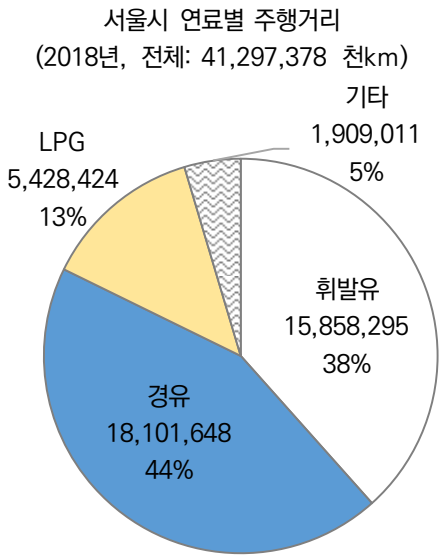
- 서울시 자동차의 연료별 연간 총 주행거리 변화를 살펴보면 휘발유 승용차의 감소로 인하여 휘발유 자동차의 연간 총 주행거리는 매년 감소하는 추세를 보이고 있으며 모든 연료의 감소세와 달리 경유 승용차와 경유 화물차의 연간 총 주행거리는 매년 증가하는 추세를 보이고 있음

- 이는 경유 승용차의 증가와 개인 택배 물량의 증가로 인하여 경유 자동차의 연간 총 주행거리가 매년 증가하는 것으로 분석됨



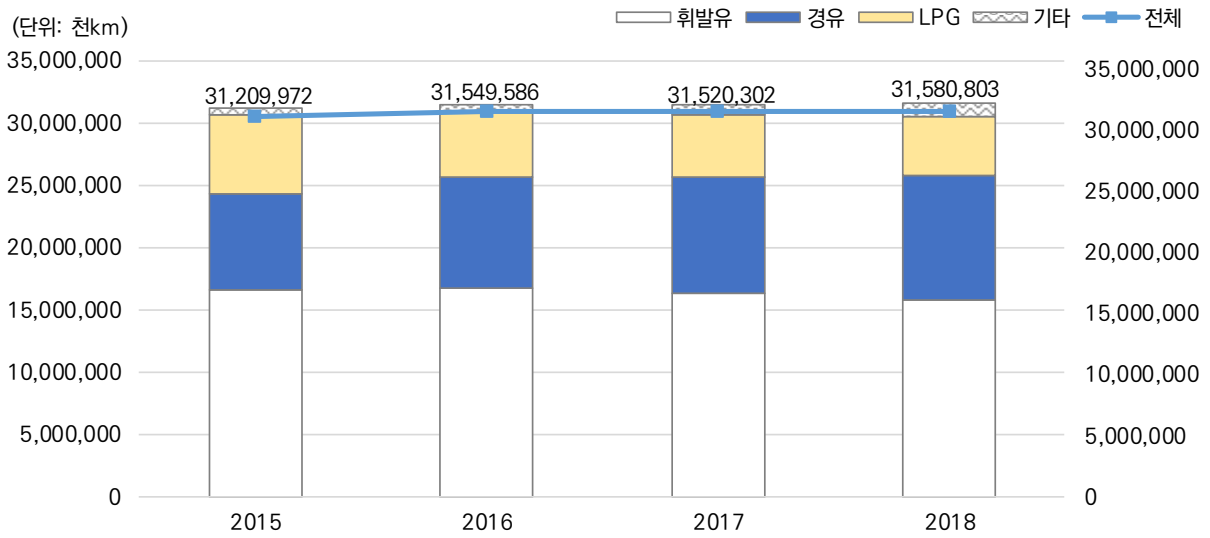
자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 34〉 서울시 연료별 연간 총 주행거리 변화 추이



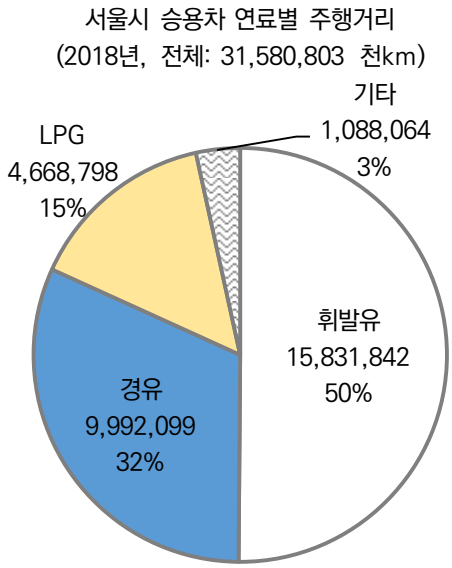
〈그림 35〉 서울시 연료별 2018년 주행거리

- 이러한 경향은 서울시 승용차의 연료별 연간 총 주행거리 변화를 살펴보면 더 분명하게 확인할 수 있어서 서울시 승용차 전체의 연간 총 주행거리 증가를 경유 승용차가 주도하는 것을 확인할 수 있음 경유 승용차의 연간 총 주행거리는 2015년 7,723,898천km → 2018년 9,992,099 천km로 급격한 증가 추세를 보이고 있음



자료: 교통안전공단, 자동차 주행거리 실태조사(2015~2018)

〈그림 36〉 서울시 승용차 연료별 연간 총 주행거리 변화 추이



〈그림 37〉 서울시 승용차 연료별 2018년 주행거리

〈표 32〉 서울시 구별 연료별 용도별 등록대수 현황(2018)

(단위: 대)

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울종로	26,823	19,484	2,699	116	1,293	317	50,732
승용	26,691	11,096	1,986	6	1,293	137	41,209
승합	66	3,491	241	94	0	27	3,919
화물	64	4,725	472	16	0	143	5,420
특수	2	172	0	0	0	10	184
서울중	24,708	22,154	3,166	35	1,261	489	51,813
승용	24,619	12,598	2,347	7	1,261	214	41,046
승합	39	2,878	329	15	0	25	3,286
화물	48	6,476	490	13	0	233	7,260
특수	2	202	0	0	0	17	221
서울용산	43,529	27,207	4,364	33	1,836	546	77,515
승용	43,404	18,577	3,389	3	1,836	419	67,628
승합	55	2,085	422	4	0	30	2,596
화물	70	6,417	553	25	0	90	7,155
특수	0	128	0	1	0	7	136
서울성동	53,320	40,398	9,210	200	2,372	594	106,094
승용	53,251	27,044	7,541	20	2,372	444	90,672
승합	30	3,248	575	164	0	58	4,075
화물	39	9,929	1,094	16	0	90	11,168
특수	0	177	0	0	0	2	179
서울광진	49,937	38,885	9,015	399	2,063	253	100,552
승용	49,857	24,386	7,340	16	2,063	123	83,785
승합	33	2,884	587	370	0	36	3,910
화물	47	11,394	1,027	13	0	94	12,575
특수	0	221	61	0	0	0	282
서울동대문	47,528	38,919	9,817	56	1,731	273	98,324
승용	47,424	24,060	7,788	15	1,731	110	81,128
승합	35	3,193	630	22	0	39	3,919
화물	69	11,492	1,397	19	0	120	13,097
특수	0	174	2	0	0	4	180
서울중랑	51,440	45,290	14,964	397	1,648	283	114,022
승용	51,345	27,318	12,606	23	1,648	131	93,071
승합	28	3,693	801	362	0	46	4,930
화물	66	13,865	1,557	12	0	101	15,601
특수	1	414	0	0	0	5	420
서울성북	59,224	43,162	10,674	787	2,336	360	116,543
승용	59,145	29,444	8,850	18	2,333	160	99,950
승합	32	3,820	684	762	3	61	5,362
화물	47	9,747	1,140	7	0	137	11,078
특수	0	151	0	0	0	2	153
서울강북	36,132	29,678	9,550	701	1,151	153	77,365
승용	36,076	18,632	7,866	14	1,151	87	63,826
승합	26	2,676	647	678	0	12	4,039
화물	29	8,215	1,037	9	0	54	9,344
특수	1	155	0	0	0	0	156

〈표 계속〉

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울도봉	46,400	35,696	12,973	368	1,626	245	97,308
승용	46,337	22,818	11,220	23	1,618	122	82,138
승합	21	2,898	622	340	8	39	3,928
화물	42	9,759	1,130	5	0	84	11,020
특수	0	221	1	0	0	0	222
서울노원	77,477	53,573	18,593	638	2,951	388	153,620
승용	77,385	37,031	16,337	34	2,920	166	133,873
승합	30	4,301	835	596	31	72	5,865
화물	62	11,900	1,420	8	0	149	13,539
특수	0	341	1	0	0	1	343
서울은평	65,303	46,786	13,979	753	2,495	331	129,647
승용	65,201	30,708	11,909	20	2,494	167	110,499
승합	35	3,777	847	721	1	42	5,423
화물	67	12,041	1,223	12	0	114	13,457
특수	0	260	0	0	0	8	268
서울서대문	44,784	31,103	8,391	319	1,886	270	86,753
승용	44,699	20,410	7,230	14	1,884	133	74,370
승합	30	2,638	438	290	2	33	3,431
화물	55	7,748	723	15	0	102	8,643
특수	0	307	0	0	0	2	309
서울마포	61,910	43,097	9,370	347	2,839	428	117,991
승용	61,764	28,544	7,695	25	2,839	220	101,087
승합	45	3,408	635	291	0	40	4,419
화물	99	10,914	1,040	31	0	161	12,245
특수	2	231	0	0	0	7	240
서울양천	77,771	53,610	14,866	677	3,143	454	150,521
승용	77,669	35,165	12,798	25	3,143	201	129,001
승합	34	3,758	801	634	0	47	5,274
화물	68	14,138	1,266	18	0	203	15,693
특수	0	549	1	0	0	3	553
서울강서	99,647	74,077	22,978	458	6,758	548	204,466
승용	99,505	47,907	20,049	49	6,758	279	174,547
승합	58	6,256	1,087	396	0	58	7,855
화물	83	19,496	1,839	13	0	206	21,637
특수	1	418	3	0	0	5	427
서울구로	67,999	57,505	15,440	385	2,705	406	144,440
승용	67,896	35,719	13,482	28	2,705	173	120,003
승합	32	5,329	722	348	0	43	6,474
화물	71	16,114	1,235	9	0	186	17,615
특수	0	343	1	0	0	4	348
서울금천	38,967	37,606	8,354	420	1,451	265	87,063
승용	38,897	21,562	6,920	19	1,450	133	68,981
승합	20	3,537	495	395	1	25	4,473
화물	50	12,358	938	6	0	105	13,457
특수	0	149	1	0	0	2	152

〈표 계속〉

구분	휘발유	경유	LPG	CNGLNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울영등포	69,958	58,508	10,781	138	3,502	1,053	143,940
승용	69,817	34,725	8,833	13	3,502	666	117,556
승합	44	4,702	644	98	0	38	5,526
화물	97	17,936	1,299	27	0	342	19,701
특수	0	1,145	5	0	0	7	1,157
서울동작	57,443	36,753	8,237	79	2,697	267	105,476
승용	57,373	25,578	6,888	14	2,697	158	92,708
승합	28	2,814	536	59	0	34	3,471
화물	42	7,984	812	6	0	73	8,917
특수	0	377	1	0	0	2	380
서울관악	61,544	44,629	12,135	288	2,545	289	121,430
승용	61,445	29,315	10,117	26	2,545	150	103,598
승합	32	3,816	756	250	0	30	4,884
화물	67	11,240	1,262	11	0	106	12,686
특수	0	258	0	1	0	3	262
서울서초	104,097	61,822	8,332	554	6,283	1,035	182,123
승용	103,875	41,829	6,745	33	6,283	664	159,429
승합	103	3,881	653	492	0	85	5,214
화물	117	15,777	933	28	0	273	17,128
특수	2	335	1	1	0	13	352
서울강남	134,251	73,392	12,800	283	9,730	4,858	235,314
승용	133,913	53,313	10,775	53	9,730	4,292	212,076
승합	110	5,054	897	195	0	96	6,352
화물	221	14,658	1,127	35	0	454	16,495
특수	7	367	1	0	0	16	391
서울송파	125,245	84,772	18,535	956	5,945	726	236,179
승용	125,064	54,670	15,562	61	5,941	343	201,641
승합	52	5,317	1,002	856	4	80	7,311
화물	129	24,403	1,970	39	0	295	26,836
특수	0	382	1	0	0	8	391
서울강동	67,034	49,681	15,105	248	2,931	421	135,420
승용	66,915	31,831	12,919	38	2,929	183	114,815
승합	41	3,736	813	189	2	63	4,844
화물	78	13,831	1,373	21	0	171	15,474
특수	0	283	0	0	0	4	287
전체	1,592,471	1,147,787	284,328	9,635	75,178	15,252	3,124,651

자료: 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터

〈표 33〉 서울시 구별 연료별 용도별 일 평균 주행거리 현황(2018)

(단위: km/대)

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울종로	27.9	40.4	42.5	207.4	37.8	25.4	34.1
승용	27.9	35.1	40.7	38.0	37.8	32.8	30.8
승합	18.4	39.7	26.9	248.1	·	40.5	43.5
화물	13.6	51.5	58.0	31.8	·	14.9	50.6
특수	5.3	85.2	·	·	·	32.6	81.5
서울중	28.2	47.4	46.6	94.7	41.2	26.9	37.9
승용	28.1	38.2	52.2	58.7	41.2	37.7	33.1
승합	32.9	50.2	23.9	136.9	·	40.8	47.7
화물	39.4	60.7	35.2	65.3	·	14.7	57.4
특수	8.3	153.2	·	·	·	37.1	143.0
서울용산	26.8	40.8	43.9	56.8	36.8	35.7	33.0
승용	26.8	36.0	45.2	60.3	36.8	33.3	30.6
승합	27.0	39.3	39.0	143.3	·	40.6	39.2
화물	27.5	54.8	40.0	44.0	·	44.9	53.2
특수	·	56.5	·	20.2	·	40.0	55.4
서울성동	29.5	44.4	54.7	167.8	37.1	57.3	37.9
승용	29.5	36.5	56.6	56.6	37.1	61.2	34.2
승합	16.6	57.5	34.3	194.9	·	40.5	59.2
화물	22.7	61.7	52.7	28.8	·	49.2	60.5
특수	·	46.6	·	·	·	40.0	46.5
서울광진	27.8	43.7	52.7	207.6	40.7	39.4	37.2
승용	27.8	37.2	54.0	60.3	40.7	34.1	33.2
승합	12.6	52.3	33.5	219.1	·	40.5	64.8
화물	20.8	55.1	51.9	61.3	·	45.8	54.6
특수	·	52.2	95.1	·	·	·	61.5
서울동대문	26.4	41.9	53.3	82.2	42.1	40.9	35.5
승용	26.4	35.0	55.3	48.8	42.1	33.8	32.0
승합	29.6	39.1	28.5	148.3	·	40.5	37.9
화물	14.0	57.2	53.2	32.1	·	47.5	56.4
특수	·	43.9	9.3	·	·	40.0	43.4
서울중랑	27.7	43.8	63.4	186.4	42.0	44.1	39.6
승용	27.7	36.8	67.1	51.7	42.0	34.4	36.0
승합	23.4	43.6	28.4	199.3	·	40.5	52.4
화물	25.6	57.5	51.7	56.8	·	58.5	56.8
특수	17.4	45.4	·	·	·	40.0	45.3
서울성북	25.8	39.1	52.2	226.2	40.9	46.6	34.9
승용	25.8	34.5	54.1	47.6	40.7	34.9	31.2
승합	20.1	43.1	30.4	232.1	233.5	82.4	68.7
화물	10.5	51.9	50.2	49.1	·	44.7	51.4
특수	·	28.8	·	·	·	27.6	28.7
서울강북	26.0	39.2	53.0	199.2	43.5	39.1	36.3
승용	26.1	34.8	55.7	47.5	43.5	36.1	32.6
승합	11.9	37.4	27.1	204.3	·	40.5	63.6
화물	8.8	49.9	48.7	53.5	·	43.6	49.6
특수	14.7	32.3	·	·	·	·	32.1

〈표 계속〉

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울도봉	26.2	41.1	65.0	199.3	40.6	43.5	37.8
승용	26.2	35.4	68.0	53.3	39.8	39.1	34.8
승합	15.7	40.1	28.3	211.6	203.6	40.5	53.3
화물	48.3	54.5	55.7	34.7	·	51.1	54.6
특수	·	44.8	15.3	·	·	·	44.7
서울노원	26.9	40.5	59.1	196.4	44.0	42.2	36.6
승용	26.9	35.7	61.3	46.3	42.2	35.0	33.9
승합	10.0	43.0	29.6	206.9	214.3	40.6	58.5
화물	18.7	54.5	51.4	46.1	·	50.9	54.0
특수	·	42.3	15.3	·	·	40.0	42.2
서울은평	26.6	40.3	56.9	234.6	39.7	37.9	36.3
승용	26.6	35.4	59.8	64.6	39.6	33.7	32.9
승합	5.7	38.2	27.8	242.4	221.3	40.5	63.6
화물	18.3	53.4	49.5	47.8	·	43.1	52.8
특수	·	43.2	·	·	·	36.9	43.0
서울서대문	26.1	43.7	58.8	184.9	37.7	32.6	36.4
승용	26.1	35.1	62.0	54.5	37.5	36.7	32.4
승합	15.9	41.2	31.6	198.9	243.5	40.5	53.2
화물	19.9	66.0	43.5	35.3	·	24.5	63.3
특수	·	73.2	·	·	·	40.0	73.0
서울마포	27.4	44.1	52.0	185.3	39.4	33.2	36.2
승용	27.4	36.6	54.7	44.5	39.4	35.1	32.4
승합	23.6	49.9	31.7	211.7	·	40.5	57.6
화물	25.1	62.1	44.5	50.5	·	28.6	59.8
특수	7.4	43.7	·	·	·	40.0	43.3
서울양천	26.8	43.9	57.4	199.0	40.0	52.0	37.1
승용	26.8	36.1	60.0	50.8	40.0	39.7	33.0
승합	23.3	40.6	30.4	209.6	·	40.5	59.3
화물	25.8	60.6	48.2	32.7	·	67.2	59.5
특수	·	133.5	15.3	·	·	31.8	132.8
서울강서	28.3	46.9	62.0	191.6	53.6	48.1	40.1
승용	28.3	37.5	64.6	50.1	53.6	45.5	36.0
승합	30.5	73.5	32.0	214.3	·	40.5	74.3
화물	30.8	61.7	51.5	33.2	·	53.8	60.6
특수	0.1	44.6	58.5	·	·	40.0	44.5
서울구로	29.1	45.6	59.3	188.1	40.4	38.7	39.5
승용	29.1	38.3	61.8	57.7	40.4	42.3	35.8
승합	16.0	46.1	29.7	202.6	·	40.5	52.5
화물	17.5	61.6	49.3	34.3	·	35.0	60.2
특수	·	51.2	15.3	·	·	40.0	51.0
서울금천	29.8	45.9	51.1	191.0	44.1	57.3	39.9
승용	29.9	39.0	52.9	51.0	44.1	46.7	35.4
승합	25.7	44.7	32.4	200.1	25.3	40.5	57.0
화물	12.4	58.5	47.4	32.0	·	75.2	57.6
특수	·	44.1	15.3	·	·	40.0	43.9

〈표 계속〉

구분	휘발유	경유	LPG	CNGLNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울영등포	27.6	47.0	51.2	146.4	43.2	41.7	37.9
승용	27.6	36.8	52.9	43.9	43.2	52.8	32.8
승합	23.8	42.4	27.6	188.5	·	40.5	43.1
화물	28.5	65.2	51.5	42.8	·	19.4	63.3
특수	·	91.1	28.2	·	·	75.1	90.8
서울동작	26.1	39.5	44.6	147.8	38.5	39.1	32.7
승용	26.1	35.1	45.7	34.6	38.5	34.4	30.4
승합	20.8	41.5	30.4	183.3	·	40.5	42.0
화물	32.1	51.7	44.1	62.6	·	48.4	50.9
특수	·	68.7	15.3	·	·	40.0	68.4
서울관악	26.8	40.8	52.7	162.7	39.6	36.3	35.1
승용	26.8	36.2	54.9	61.7	39.6	33.6	32.5
승합	19.4	38.2	28.4	179.5	·	40.5	43.8
화물	8.3	53.5	50.0	30.5	·	38.8	52.8
특수	·	43.2	·	48.0	·	40.0	43.2
서울서초	27.4	47.3	43.6	197.7	37.9	42.2	35.9
승용	27.4	37.2	45.1	55.5	37.9	36.8	31.2
승합	37.7	43.3	31.2	216.5	·	42.1	58.0
화물	41.5	74.2	41.5	41.0	·	55.4	71.9
특수	1.0	94.2	15.3	21.0	·	38.1	91.2
서울강남	28.2	44.1	52.1	160.0	40.5	68.9	36.0
승용	28.3	38.3	55.4	55.5	40.5	75.1	33.7
승합	25.6	53.3	33.4	205.1	·	41.9	54.5
화물	23.2	60.6	35.0	66.9	·	17.4	57.2
특수	9.8	104.0	15.3	·	·	40.0	99.5
서울송파	27.6	44.3	56.4	191.7	41.2	43.8	36.9
승용	27.6	36.8	58.9	56.8	41.1	34.0	32.9
승합	14.4	58.5	31.2	208.4	149.8	40.5	71.9
화물	35.9	57.7	49.7	37.1	·	56.0	56.9
특수	·	51.5	15.3	·	·	40.0	51.2
서울강동	28.3	44.8	62.6	175.3	41.2	37.3	38.8
승용	28.4	37.9	65.7	52.3	41.1	35.6	35.5
승합	25.4	50.0	31.6	213.2	224.9	61.9	53.3
화물	21.4	59.0	52.4	56.1	·	30.3	57.9
특수	·	58.2	·	·	·	24.8	57.7
전체	27.5	43.6	55.9	194.7	41.5	50.2	36.9

자료: 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터

〈표 34〉 서울시 구별 연료별 용도별 일 총 주행거리 현황(2018)

(단위: km/일)

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울종로	747,076	786,447	114,710	24,063	48,890	8,045	1,729,231
승용	744,979	389,923	80,841	228	48,890	4,498	1,269,359
승합	1,215	138,426	6,487	23,325	0	1,094	170,547
화물	872	243,440	27,382	509	0	2,127	274,330
특수	11	14,658	0	0	0	326	14,995
서울중	696,113	1,050,300	147,547	3,313	51,974	13,160	1,962,407
승용	692,921	481,639	122,442	411	51,974	8,075	1,357,461
승합	1,283	144,505	7,871	2,054	0	1,020	156,732
화물	1,893	393,202	17,234	848	0	3,434	416,611
특수	17	30,955	0	0	0	631	31,602
서울용산	1,167,075	1,110,478	191,659	1,874	67,574	19,508	2,558,169
승용	1,163,664	669,544	153,065	181	67,574	13,967	2,067,995
승합	1,487	81,991	16,473	573	0	1,219	101,744
화물	1,925	351,704	22,121	1,100	0	4,042	380,892
특수	0	7,238	0	20	0	280	7,538
서울성동	1,571,671	1,794,356	504,115	33,560	88,107	34,035	4,025,843
승용	1,570,290	987,049	426,775	1,132	88,107	27,175	3,100,528
승합	497	186,663	19,731	31,968	0	2,350	241,210
화물	884	612,402	57,608	460	0	4,430	675,784
특수	0	8,242	0	0	0	80	8,322
서울광진	1,389,403	1,697,336	475,240	82,822	83,937	9,966	3,738,703
승용	1,388,009	907,497	396,475	964	83,937	4,198	2,781,080
승합	416	150,837	19,666	81,061	0	1,459	253,438
화물	978	627,467	53,298	796	0	4,310	686,849
특수	0	11,535	5,800	0	0	0	17,335
서울동대문	1,252,481	1,630,908	522,764	4,605	72,886	11,159	3,494,804
승용	1,250,479	841,104	430,439	732	72,886	3,723	2,599,364
승합	1,037	124,754	17,978	3,262	0	1,580	148,610
화물	966	657,409	74,328	611	0	5,696	739,010
특수	0	7,642	19	0	0	160	7,820
서울중랑	1,426,195	1,982,582	948,710	74,007	69,151	12,483	4,513,128
승용	1,423,829	1,005,483	845,451	1,188	69,151	4,513	3,349,615
승합	655	161,006	22,714	72,137	0	1,864	258,377
화물	1,693	797,282	80,545	682	0	5,906	886,108
특수	17	18,811	0	0	0	200	19,028
서울성북	1,526,971	1,689,042	557,110	178,034	95,642	16,780	4,063,578
승용	1,525,831	1,014,517	479,049	856	94,941	5,578	3,120,773
승합	645	164,592	20,813	176,834	701	5,028	368,612
화물	495	505,591	57,248	344	0	6,118	569,797
특수	0	4,342	0	0	0	55	4,397
서울강북	941,096	1,163,763	506,017	139,632	50,064	5,980	2,806,553
승용	940,518	649,229	437,942	665	50,064	3,140	2,081,558
승합	309	99,977	17,549	138,485	0	486	256,806
화물	254	409,559	50,527	482	0	2,354	463,175
특수	15	4,999	0	0	0	0	5,014

〈표 계속〉

구분	휘발유	경유	LPG	CNG/LNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울도봉	1,217,692	1,466,165	843,318	73,334	66,063	10,646	3,677,217
승용	1,215,333	807,696	762,773	1,225	64,433	4,772	2,856,232
승합	329	116,280	17,596	71,935	1,629	1,580	209,350
화물	2,030	532,278	62,933	173	0	4,294	601,708
특수	0	9,911	15	0	0	0	9,927
서울노원	2,083,469	2,171,261	1,099,560	125,283	129,876	16,356	5,625,804
승용	2,082,008	1,322,946	1,001,766	1,574	123,232	5,813	4,537,340
승합	299	185,146	24,752	123,339	6,644	2,921	343,101
화물	1,161	648,751	73,027	369	0	7,582	730,890
특수	0	14,419	15	0	0	40	14,474
서울은평	1,737,210	1,886,060	795,783	176,632	99,010	12,535	4,707,230
승용	1,735,787	1,087,006	711,641	1,292	98,788	5,627	3,640,141
승합	200	144,278	23,586	174,766	221	1,702	344,753
화물	1,223	643,541	60,556	574	0	4,911	710,805
특수	0	11,236	0	0	0	296	11,532
서울서대문	1,168,789	1,359,149	493,567	58,983	71,174	8,806	3,160,468
승용	1,167,215	716,603	448,254	763	70,687	4,885	2,408,406
승합	478	108,768	13,850	57,690	487	1,337	182,611
화물	1,096	511,316	31,463	530	0	2,504	546,908
특수	0	22,463	0	0	0	80	22,543
서울마포	1,695,689	1,901,569	487,071	64,292	111,878	14,225	4,274,725
승용	1,692,127	1,043,842	420,700	1,113	111,878	7,721	3,277,381
승합	1,063	170,040	20,112	61,613	0	1,621	254,448
화물	2,484	677,601	46,259	1,566	0	4,603	732,514
특수	15	10,086	0	0	0	280	10,382
서울양천	2,087,773	2,352,248	853,123	134,734	125,731	23,617	5,577,227
승용	2,085,227	1,269,590	767,671	1,270	125,731	7,971	4,257,460
승합	792	152,671	24,363	132,876	0	1,904	312,607
화물	1,753	856,676	61,073	588	0	13,647	933,738
특수	0	73,311	15	0	0	95	73,422
서울강서	2,823,141	3,476,928	1,424,463	87,740	362,535	26,332	8,201,139
승용	2,818,819	1,796,192	1,294,881	2,456	362,535	12,691	6,287,573
승합	1,768	459,751	34,742	84,853	0	2,350	583,464
화물	2,554	1,202,345	94,664	432	0	11,091	1,311,086
특수	0	18,640	175	0	0	200	19,016
서울구로	1,976,577	2,622,419	915,470	72,425	109,291	15,725	5,711,907
승용	1,974,823	1,367,293	833,078	1,615	109,291	7,312	4,293,411
승합	513	245,438	21,444	70,502	0	1,742	339,639
화물	1,241	992,117	60,933	309	0	6,510	1,061,109
특수	0	17,572	15	0	0	160	17,747
서울금천	1,162,293	1,727,421	426,656	80,217	63,948	15,195	3,475,730
승용	1,161,157	840,126	366,153	968	63,922	6,208	2,438,535
승합	513	158,198	16,061	79,056	25	1,013	254,868
화물	622	722,521	44,426	192	0	7,894	775,656
특수	0	6,576	15	0	0	80	6,671

〈표 계속〉

구분	휘발유	경유	LPG	CNGLNG	하이브리드	저공해등	총합계
서울영등포	1,932,581	2,751,571	552,063	20,198	151,275	43,906	5,451,594
승용	1,928,773	1,278,266	467,205	570	151,275	35,193	3,861,283
승합	1,047	199,203	17,783	18,472	0	1,540	238,044
화물	2,762	1,169,747	66,933	1,155	0	6,648	1,247,245
특수	0	104,355	141	0	0	525	105,021
서울동작	1,498,260	1,452,650	367,135	11,675	103,968	10,432	3,444,121
승용	1,496,326	896,978	315,006	484	103,968	5,441	2,818,203
승합	584	116,685	16,305	10,816	0	1,378	145,767
화물	1,350	413,078	35,809	376	0	3,534	454,146
특수	0	25,910	15	0	0	80	26,006
서울관악	1,648,852	1,819,147	640,073	46,859	100,725	10,478	4,266,134
승용	1,647,670	1,060,709	555,491	1,604	100,725	5,035	3,371,234
승합	622	145,651	21,478	44,872	0	1,216	213,839
화물	559	601,642	63,103	335	0	4,108	669,747
특수	0	11,146	0	48	0	120	11,314
서울서초	2,857,092	2,927,036	363,547	109,498	237,893	43,628	6,538,694
승용	2,848,351	1,556,608	304,405	1,833	237,893	24,440	4,973,530
승합	3,882	168,078	20,366	106,495	0	3,579	302,400
화물	4,857	1,170,794	38,760	1,149	0	15,114	1,230,674
특수	2	31,555	15	21	0	496	32,089
서울강남	3,791,161	3,236,478	666,710	45,274	394,476	334,710	8,468,809
승용	3,783,143	2,040,180	597,380	2,942	394,476	322,158	7,140,278
승합	2,815	269,335	29,921	39,989	0	4,024	346,085
화물	5,135	888,794	39,394	2,343	0	7,887	943,553
특수	68	38,168	15	0	0	641	38,893
서울송파	3,453,904	3,751,992	1,046,074	183,259	244,865	31,766	8,711,860
승용	3,448,531	2,014,175	916,854	3,462	244,266	11,675	6,638,962
승합	747	311,240	31,306	178,350	599	3,241	525,483
화물	4,626	1,406,911	97,898	1,447	0	16,530	1,527,413
특수	0	19,667	15	0	0	320	20,003
서울강동	1,900,158	2,225,028	946,306	43,467	120,863	15,701	5,251,523
승용	1,897,450	1,205,759	848,675	1,989	120,413	6,516	4,080,801
승합	1,042	186,764	25,690	40,300	450	3,898	258,144
화물	1,666	816,032	71,941	1,178	0	5,188	896,005
특수	0	16,473	0	0	0	99	16,573
전체	43,752,720	50,032,335	15,888,791	1,875,779	3,121,797	765,175	115,436,597

자료: 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터

〈표 35〉 서울시 구별 연료별 일 총 주행거리 현황(2018)

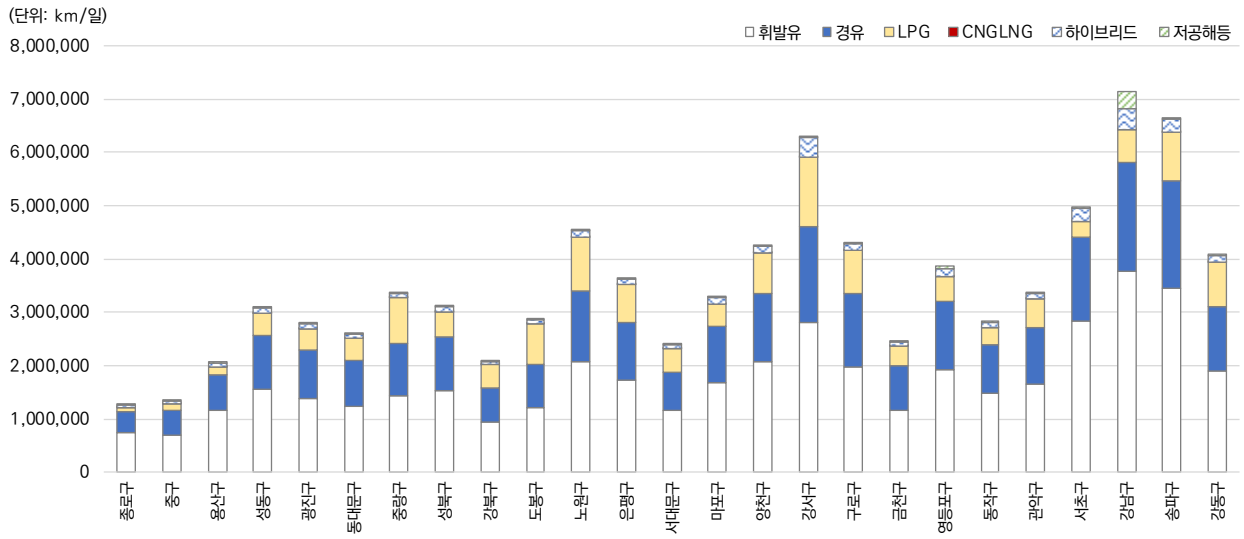
(단위: km/일)

구분	휘발유	경유	LPG	CNGLNG	하이브리드	저공해등	총합계
종로구	744,979	389,923	80,841	228	48,890	4,498	1,269,359
중구	692,921	481,639	122,442	411	51,974	8,075	1,357,461
용산구	1,163,664	669,544	153,065	181	67,574	13,967	2,067,995
성동구	1,570,290	987,049	426,775	1,132	88,107	27,175	3,100,528
광진구	1,388,009	907,497	396,475	964	83,937	4,198	2,781,080
동대문구	1,250,479	841,104	430,439	732	72,886	3,723	2,599,364
중랑구	1,423,829	1,005,483	845,451	1,188	69,151	4,513	3,349,615
성북구	1,525,831	1,014,517	479,049	856	94,941	5,578	3,120,773
강북구	940,518	649,229	437,942	665	50,064	3,140	2,081,558
도봉구	1,215,333	807,696	762,773	1,225	64,433	4,772	2,856,232
노원구	2,082,008	1,322,946	1,001,766	1,574	123,232	5,813	4,537,340
은평구	1,735,787	1,087,006	711,641	1,292	98,788	5,627	3,640,141
서대문구	1,167,215	716,603	448,254	763	70,687	4,885	2,408,406
마포구	1,692,127	1,043,842	420,700	1,113	111,878	7,721	3,277,381
양천구	2,085,227	1,269,590	767,671	1,270	125,731	7,971	4,257,460
강서구	2,818,819	1,796,192	1,294,881	2,456	362,535	12,691	6,287,573
구로구	1,974,823	1,367,293	833,078	1,615	109,291	7,312	4,293,411
금천구	1,161,157	840,126	366,153	968	63,922	6,208	2,438,535
영등포구	1,928,773	1,278,266	467,205	570	151,275	35,193	3,861,283
동작구	1,496,326	896,978	315,006	484	103,968	5,441	2,818,203
관악구	1,647,670	1,060,709	555,491	1,604	100,725	5,035	3,371,234
서초구	2,848,351	1,556,608	304,405	1,833	237,893	24,440	4,973,530
강남구	3,783,143	2,040,180	597,380	2,942	394,476	322,158	7,140,278
송파구	3,448,531	2,014,175	916,854	3,462	244,266	11,675	6,638,962
강동구	1,897,450	1,205,759	848,675	1,989	120,413	6,516	4,080,801
전체	43,752,720	50,032,335	15,888,791	1,875,779	3,121,797	765,175	115,436,597

자료: 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터

- 국토교통부의 자동차 등록통계와 교통안전공단의 자동차 주행거리 실태조사 자료를 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터에서 재가공한 서울시 구별 용도별 연료별 일 주행거리 분석 결과를 살펴보면 강남구의 총 주행거리(7,140,278km/일)가 가장 높고 종로구의 총 주행거리(1,269,359km/일)가 가장 낮은 것으로 나타남

- 이러한 결과는 인구 밀집도과 자동차 등록대수의 차이로 인한 결과로 서울시 지역 에너지 계획 수립 시 교통 수송부문 에너지 사용량 감축을 위해서는 구별 특성을 반영한 교통대책이 필요하다는 것을 방증하는 결과라고 볼 수 있음



자료: 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시교통 연구센터

〈그림 38〉 서울시 구별 연료별 일 총 주행거리 비교

4. 서울시 주요 교통지표 및 통계 변화의 시사점

4.1. 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서의 긍정적 변화

- 전국의 수송부문 에너지 사용량이 매년 증가 추세를 보이는 것과 달리 서울시의 경우 수송부문 에너지 사용량이 감소하는 추세를 보이는 것은 긍정적인 변화 요인이라고 볼 수 있음
- 서울시의 내부 교통량이 매년 감소하는 것은 도심 내 도로 구조 재편 등과 같은 수요관리 정책 시행 결과로 볼 수 있을 것임 다만 외곽 교통량과 시계 교통량 이 증가하는 점은 서울시 대책 만으로는 전체 교통량 감축의 한계가 있음을 시사하는 것으로 적어도 경기도와 인천시 등 수도권 전체의 종합적인 대책이 필요하다고 할 수 있음
- 서울시의 내부 교통량 감소가 통행속도 감소 또는 교통 혼잡 증가로 인한 결과로도 볼 수 있는 것이어서 실질적인 교통량 감축을 위한 보다 적극적인 교통 수요관리 대책의 필요성을 재확인 할 수 있었음

4.2. 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서의 부정적 변화

- 서울시의 수송부문 에너지 사용량이 감소에도 불구하고 중, 대형 승용차 비중이 매년 증가하는 점은 서울시 수송부문 에너지 사용량 감축 측면에서는 부정적 변화 요인이라고 볼 수 있어 불합리한 자동차 소비구조 변화를 위한 대책 마련이 필요해 보임 다만, 이러한 정책 들은 서울시 단독으로 할 수 있는 정책이 아닌 만큼 우리나라 전반의 대책 마련이 필요해 보임
- 서울시의 자동차 연간 총 주행거리는 매년 감소하고 있는 긍정적 변화를 보이고 있는 반면 승용차의 연간 총 주행거리가 중, 대형 승용차의 증가로 인하여 매년 증가하고 있는 것은 부정적 변화 요인이라고 할 것임 특히, 경유 승용차의 증가가 서울시 승용차 총 주행거리 증가를 이끌고 있는 만큼 이에 대한 대책이 필요해 보임
- 서울시 자치구별 일 주행거리 실태를 살펴보면 자치구별 편차가 크고 자치구별 특성이 다르다는 점을 확인할 수 있음 강남, 서초, 송파, 강동의 강남 4구의 주행거리가 타 자치구에 비해 상대적으로 높은 점에서 해당 자치구의 주행거리 감축을 위한 수요관리 대책 마련이 필요해 보임 최근 한양 도성 내에서 시행하고 있는 녹색교통 지역 지정, 운영과 같은 적극적인 대책을 이 4개 지역으로 확대하는 방안도 검토할 필요가 있음
- 타 자치구에 비해 강서구의 자동차 주행거리 증가가 도드라지는 것은 마곡신도시 조성으로 인한 것으로 분석 됨 급격한 인구증가 및 자동차 증가가 예상되었음에도 강서구에 대한 수송부문 에너지 사용량 저감대책이 마련되었는지 평가해볼 필요가 있을 것임

- 서울시의 주요 공공교통 수단인 버스의 통행속도 감소는 공공교통 서비스 개선 측면에서 대책마련이 필요해 보임 서울시 외곽지역의 신도시 확대 등으로 인하여 광역버스 노선이 증가하여 버스 중앙차로의 통행속도가 감소하는 것은 부정적 변화요인이라고 할 수 있음 서울시 외곽지역의 버스환승센터 확대 및 광역버스 노선 조성과 같은 대책 마련이 시급해 보임

연 구 총 괄			조 항 문

(제1권) 제5차 서울특별시 지역에너지계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	유 정 민		황 인 창
	김 고 운		홍 상 연
	류 주 현		남 현 정
			이 성 옥
외 부 연 구 진		에너지경제연구원	오 세 신
		한양대학교	고 준 호
		녹색교통운동	송 상 석
		서울대학교 환경대학원	손 원 익
시민워크숍운영			
한국퍼실리테이터연합회	서 은 덕	코리아스픽스	이 병 덕
코리아스픽스	유 은 영	코리아스픽스	임 동 일
(제2권) 해외도시 에너지계획 사례			
서울대학교 환경대학원	김 혜 승		박 정 민
	타카노 사토시		리 금 강
(제3권) 서울시 수송부문 에너지 사용 현황			
		녹색교통운동	송 상 석
(제4권) 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	김 묵 한		유 정 민
	황 인 창		홍 상 연
	류 주 현		이 성 옥
외 부 연 구 진		경북대학교	허 태 욱
		서울대학교 환경대학원	손 원 익

연 구 자 문 단			
서울대학교 환경대학원	윤 순 진	동국대학교 다르마칼리지	박 진 희
한화큐셀&첨단소재	정 규 창	RE도시건축 연구소	추 소 연
녹색교통운동	송 상 석	기후변화행동연구소	박 현 정
녹색전환연구소	이 유 진	에너지기후정책연구소	한 재 각
경북대학교	진 상 현	지역에너지전환전국네트워크	류 홍 번

출판물명	서울시 수송부문 에너지 사용 현황
판 사 항	초판 1쇄(2020년)
발 행 인	서울특별시장 박원순
발 행 처	서울특별시 기후환경본부
주 소	서울시 중구 덕수궁길 15
전 화	02-2133-3553
판매가격	비매품

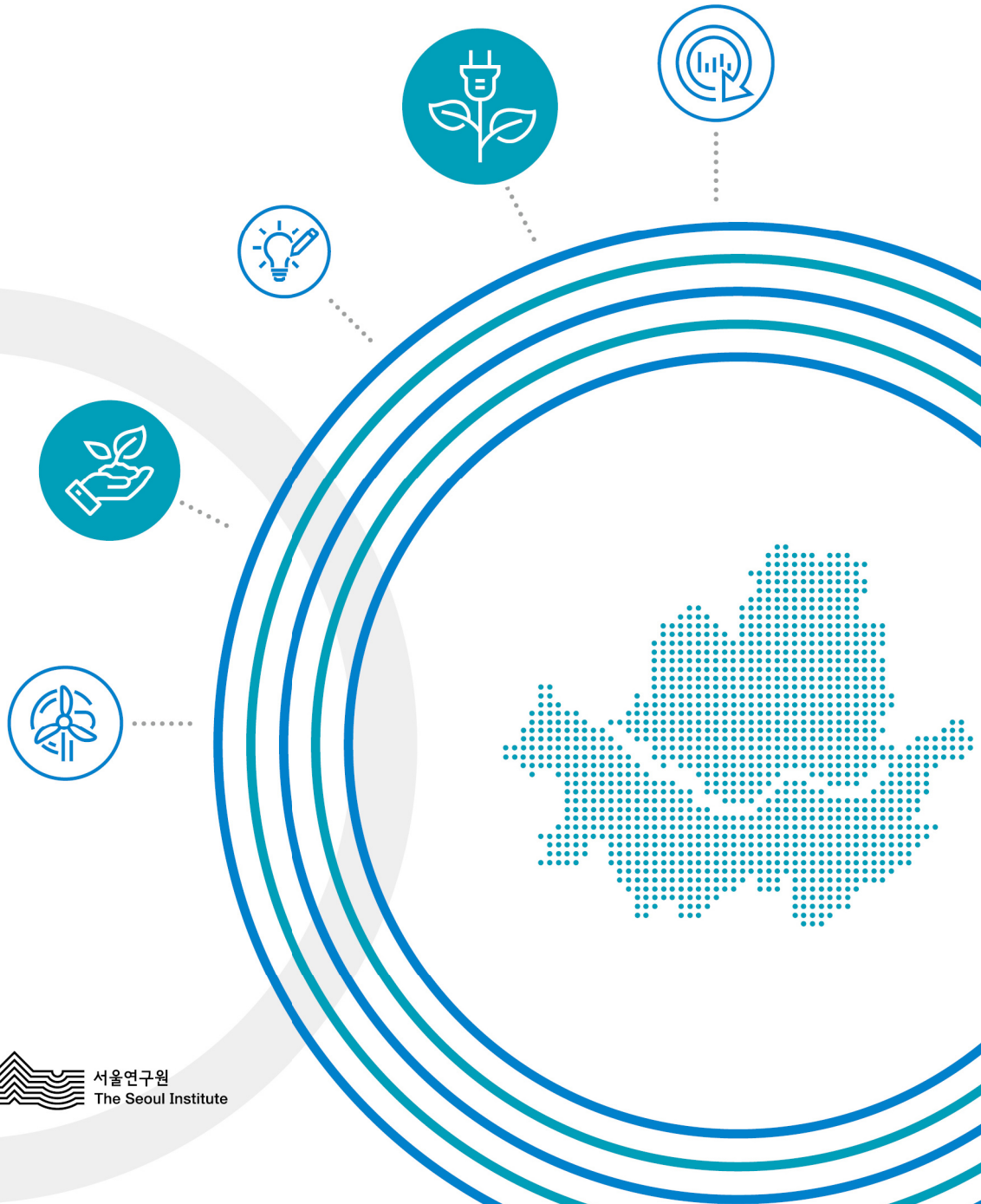
연구기관 서울연구원

본 제작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.

발 간 등 록 번 호
51-6110000-001220-13

제3차 서울특별시 지방녹색성장 추진계획

2020



서울특별시
서울연구원
The Seoul Institute

제 출 문

서울특별시장 귀하

본 보고서를 귀 시가 의뢰한 「서울시 지역에너지계획 2040 수립 학술용역」의 지방녹색성장 추진계획 성과품으로 제출합니다.

2020년 2월

서울연구원 원장 서왕진

제3차
서울특별시 지방녹색성장 추진계획

차례

1. 서론 ····· 3
가. 계획의 개요 ····· 3
나. 비전과 목표 ····· 7

2. 대내외 여건과 주요 계획 ····· 13
가. 국제 기후·에너지 동향 ····· 13
나. 국가 녹색성장전략 및 제3차 녹색성장 5개년 계획 ····· 19
다. 서울시 기후변화대응 종합계획 ····· 25
라. 제5차 서울시 지역에너지계획 ····· 31

3. 제2차 지방녹색성장 추진계획 성과 평가 ····· 41
가. 제2차 지방녹색성장 추진계획 주요 내용 ····· 41
나. 성과 평가 ····· 45

4. 서울시 여건과 온실가스 현황 ····· 63
가. 서울시 일반 현황 ····· 63
나. 서울시 경제 여건 ····· 70
다. 온실가스 및 에너지 현황 ····· 74

5. 지속가능한 에너지 체계 및 녹색성장 추진계획 ····· 95
가. 에너지 절약 및 효율 향상 사업 추진 ····· 95
나. 친환경 에너지 공급 사업 추진 ····· 122
다. 온실가스 감축 사업 추진 ····· 134

6. 녹색산업 생태계 기반 조성 ····· 143
가. 지속가능한 녹색사회 구현 ····· 143
나. 협력적 녹색 거버넌스 기반 구축 ····· 151
다. 녹색 성장 동력 확보 및 제도 개선 ····· 173
라. 소요 비용 ····· 185

7. 미래상 및 기대효과 ····· 193
가. 미래상 ····· 193
나. 경제효과 ····· 195
다. 녹색성장 주요 지표 요약 ····· 204

참고문헌 ····· 213

표차례

〈표 1-1〉 서울시 녹색성장 성과지표 및 달성목표 ····· 9
〈표 2-1〉 해외 주요 도시 온실가스 감축 목표 및 현황 ····· 15
〈표 2-2〉 해외 주요 도시 재생에너지 생산 목표 및 현황 ····· 16
〈표 2-3〉 제2차 및 제3차 녹색성장 계획 간 비교 ····· 20
〈표 2-4〉 제3차 녹색성장 5개년 계획 5대 정책방향에 따른 핵심성과지표 ····· 23
〈표 2-5〉 서울시 기후변화대응 종합계획 기후변화 완화 부문별 중점 세부사업 ··· 28
〈표 2-6〉 서울시 기후변화대응 종합계획 기후변화 적응 부문별 중점 세부사업 ··· 30
〈표 2-7〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 포함) ····· 33
〈표 2-8〉 건물부문 에너지 수요관리 절감 목표 ····· 34
〈표 2-9〉 수송부문 에너지 수요관리 절감 목표 ····· 34
〈표 2-10〉 신재생에너지 생산 목표(등가1차에너지) ····· 36
〈표 2-11〉 분산형전원과 전력생산량 목표 ····· 37
〈표 3-1〉 제2차 서울시 지방녹색성장 추진계획 성과지표 및 달성목표 ····· 42
〈표 3-2〉 에너지 절약 및 효율향상 부문 단위사업 ····· 43
〈표 3-3〉 에너지 생산부문 단위사업 ····· 44
〈표 3-4〉 서울시 온실가스 배출 실적 ····· 45
〈표 3-5〉 에너지 수요관리 부문 목표 및 성과 ····· 48
〈표 3-6〉 연도별 에코마일리지 회원 가입 현황 ····· 48
〈표 3-7〉 상업부문 BRP 추진현황 ····· 49
〈표 3-8〉 공공부문 BRP 추진현황 ····· 50
〈표 3-9〉 중앙버스 전용차로 운영 현황 ····· 51
〈표 3-10〉 서울시 자전거도로 및 공공자전거 현황 ····· 51
〈표 3-11〉 에너지 공급 부문 목표 및 성과 ····· 52
〈표 3-12〉 서울시 지역내총생산 및 총소득 대비 온실가스 배출량 ····· 55
〈표 3-13〉 소득 대비 가정 및 비가정부문 온실가스 배출량 ····· 56
〈표 3-14〉 전국 환경산업분류별(업종) 사업체 수, 종사자 수 및 매출액(2018년) ·· 57
〈표 3-15〉 전국 환경부문 종사자수 추이 ····· 59
〈표 3-16〉 전국 환경부문 매출액 추이 ····· 59
〈표 4-1〉 서울시 도시기후 변화 비교 ····· 64
〈표 4-2〉 수도권 인구밀도 비교(2017) ····· 65
〈표 4-3〉 수도권 인구밀도 비교(2017) ····· 66
〈표 4-4〉 서울시 주택보급률 추이 ····· 67
〈표 4-5〉 서울시 주요 교통 통계 지표 ····· 68

〈표 4-6〉 전국 및 수도권 지역내 총생산 ····· 70
〈표 4-7〉 서울시 에너지원단위 추이 ····· 71
〈표 4-8〉 서울시 인구 대비 가정부문 최종에너지소비 ····· 72
〈표 4-9〉 서울시 종사자수 대비 비가정부문 최종에너지소비 ····· 72
〈표 4-10〉 산업별 사업체수 현황 ····· 73
〈표 4-11〉 서울시 온실가스 부문별 배출현황 ····· 75
〈표 4-12〉 서울시 에너지 부문 온실가스 배출현황 ····· 75
〈표 4-13〉 연도별 1차에너지 생산량 ····· 76
〈표 4-14〉 1차에너지 공급량(2017) ····· 77
〈표 4-15〉 전국 신재생에너지 보급용량(발전) ····· 77
〈표 4-16〉 서울시 신재생에너지 시설 현황 ····· 78
〈표 4-17〉 최종에너지 소비량 ····· 79
〈표 4-18〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 비율 ····· 79
〈표 4-19〉 서울시 에너지원별 사용량 변화 ····· 80
〈표 4-20〉 석탄 소비량 ····· 81
〈표 4-21〉 2005년 대비 석탄 소비량 비율 ····· 81
〈표 4-22〉 석유 소비량 ····· 82
〈표 4-23〉 2005년 대비 석유 소비량 비율 ····· 82
〈표 4-24〉 도시가스 소비량 ····· 83
〈표 4-25〉 2005년 대비 도시가스 소비량 비율 ····· 83
〈표 4-26〉 전력 소비량 ····· 83
〈표 4-27〉 2005년 대비 전력 소비량 비율 ····· 84
〈표 4-28〉 열에너지 소비량 ····· 84
〈표 4-29〉 2012년 대비 열에너지 소비량 비율 ····· 84
〈표 4-30〉 신재생 및 기타 소비량 ····· 85
〈표 4-31〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 비율 ····· 85
〈표 4-32〉 서울시 부문별 최종에너지 사용량 변화 ····· 86
〈표 4-33〉 산업부문 에너지 소비 현황 ····· 87
〈표 4-34〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비 현황 ····· 87
〈표 4-35〉 수송부문 에너지 소비 현황 ····· 88
〈표 4-36〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비 현황 ····· 88
〈표 4-37〉 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황 ····· 90
〈표 4-38〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황 ····· 90
〈표 4-39〉 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황 ····· 91
〈표 4-40〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황 ····· 91
〈표 5-1〉 에너지다소비건물 에너지 효율화 계획 ····· 96

〈표 5-2〉 에너지다소비건물 에너지 효율화 소요 비용 ····· 96
〈표 5-3〉 에너지다소비건물 투자에 따른 경제적 효과 ····· 96
〈표 5-4〉 녹색건축물 설계기준 적용 계획 ····· 97
〈표 5-5〉 녹색건축물 설계기준 적용 소요 비용 ····· 97
〈표 5-6〉 녹색건축물 설계기준 적용(주거건물) 강화에 따른 경제적 효과 ····· 98
〈표 5-7〉 녹색건축물 설계기준 적용(비주거건물) 강화에 따른 경제적 효과 ····· 98
〈표 5-8〉 친환경보일러 보급 계획 ····· 99
〈표 5-9〉 친환경보일러 보급 소요 비용 ····· 99
〈표 5-10〉 친환경보일러 보급에 따른 경제적 효과 ····· 99
〈표 5-11〉 민간부문 LED 보급 계획 ····· 100
〈표 5-12〉 민간부문 LED 보급 소요 비용 ····· 100
〈표 5-13〉 민간부문 LED 보급에 따른 경제적 효과 ····· 100
〈표 5-14〉 상업건물 BRP 계획 ····· 101
〈표 5-15〉 상업건물 BRP 소요 비용 ····· 101
〈표 5-16〉 상업건물 BRP 확대에 따른 경제적 효과 ····· 101
〈표 5-17〉 주택 BRP 계획 ····· 102
〈표 5-18〉 주택 BRP 소요 비용 ····· 102
〈표 5-19〉 주택 BRP 확대에 따른 경제적 효과 ····· 102
〈표 5-20〉 공공건물 에너지 효율화 계획 ····· 103
〈표 5-21〉 공공건물 에너지 효율화 소요 비용 ····· 103
〈표 5-22〉 교육복지시설 건물 에너지 효율화 확대에 따른 경제적 효과 ····· 104
〈표 5-23〉 업무시설 건물 에너지 효율화 확대에 따른 경제적 효과 ····· 104
〈표 5-24〉 의료시설 건물 에너지 효율화 확대에 따른 경제적 효과 ····· 105
〈표 5-25〉 사회복지시설 BRP 계획 ····· 105
〈표 5-26〉 사회복지시설 BRP 소요 비용 ····· 105
〈표 5-27〉 사회복지시설 BRP 확대에 따른 경제적 효과 ····· 106
〈표 5-28〉 공공 임대주택 BRP 계획 ····· 106
〈표 5-29〉 공공임대주택 BRP 소요 비용 ····· 106
〈표 5-30〉 공공 임대주택 BRP 확대에 따른 경제적 효과 ····· 107
〈표 5-31〉 수요반응자원 활용 계획 ····· 107
〈표 5-32〉 수요반응자원 소요 비용 ····· 108
〈표 5-33〉 수요반응자원 투자에 따른 경제적 효과 ····· 108
〈표 5-34〉 에코마일리지 확대 계획 ····· 109
〈표 5-35〉 에코마일리지 소요 비용 ····· 109
〈표 5-36〉 에코마일리지 확대에 따른 경제적 효과 ····· 109
〈표 5-37〉 승용차 마일리지제 교통량 감축 효과 ····· 110

〈표 5-38〉 승용차 마일리지 제도 확대 계획 ····· 110
〈표 5-39〉 승용차 마일리지 제도 소요 비용 ····· 110
〈표 5-40〉 승용차 마일리지 제도 확대에 따른 경제적 효과 ····· 111
〈표 5-41〉 나눔카 보급 계획 ····· 111
〈표 5-42〉 나눔카 소요 비용 ····· 111
〈표 5-43〉 나눔카 보급에 따른 경제적 효과 ····· 112
〈표 5-44〉 도시철도 연장 계획 ····· 112
〈표 5-45〉 도시철도 연장 소요 비용 ····· 113
〈표 5-46〉 도시철도 연장에 따른 경제적 효과 ····· 113
〈표 5-47〉 중앙버스전용차로 연장 계획 ····· 113
〈표 5-48〉 중앙버스전용차로 연장 소요 비용 ····· 114
〈표 5-49〉 중앙버스전용차로 연장에 따른 경제적 효과 ····· 114
〈표 5-50〉 보도율 확대 계획 ····· 115
〈표 5-51〉 보도율 확대 소요 비용 ····· 115
〈표 5-52〉 보도율 확대에 따른 경제적 효과 ····· 115
〈표 5-53〉 자전거도로 연장 계획 ····· 116
〈표 5-54〉 자전거도로 연장 소요 비용 ····· 116
〈표 5-55〉 자전거도로 연장에 따른 경제적 효과 ····· 116
〈표 5-56〉 공공자전거 이용 확대 계획 ····· 117
〈표 5-57〉 공공자전거 이용 확대 소요 비용 ····· 117
〈표 5-58〉 공공자전거 이용 확대에 따른 경제적 효과 ····· 117
〈표 5-59〉 공유 개인교통수단 이용 확대 계획 ····· 118
〈표 5-60〉 공유 개인교통수단 이용 확대 소요 비용 ····· 118
〈표 5-61〉 공유 개인교통수단 이용 확대에 따른 경제적 효과 ····· 118
〈표 5-62〉 전기차 확대 계획 ····· 119
〈표 5-63〉 전기차 보급 소요 비용 ····· 119
〈표 5-64〉 전기차 보급에 따른 경제적 효과 ····· 119
〈표 5-65〉 수소차 확대 계획 ····· 120
〈표 5-66〉 수소차 확대 소요 비용 ····· 120
〈표 5-67〉 수소차 확대에 따른 경제적 효과 ····· 120
〈표 5-68〉 친환경 시내버스 보급 계획 ····· 121
〈표 5-69〉 친환경 시내버스 보급 소요 비용 ····· 121
〈표 5-70〉 친환경 시내버스 보급에 따른 경제적 효과 ····· 121
〈표 5-71〉 태양광 발전설비 보급 계획 ····· 122
〈표 5-72〉 태양광 발전설비 소요 비용 ····· 122
〈표 5-73〉 태양광 발전설비 보급에 따른 경제적 효과 ····· 123

〈표 5-74〉 태양열 에너지 보급 계획 ····· 123
〈표 5-75〉 태양열 보급 소요 비용 ····· 123
〈표 5-76〉 태양열 에너지 보급에 따른 경제적 효과 ····· 124
〈표 5-77〉 풍력 발전 보급 계획 ····· 124
〈표 5-78〉 풍력 발전 소요 비용 ····· 124
〈표 5-79〉 풍력 발전 보급에 따른 경제적 효과 ····· 125
〈표 5-80〉 소수력 발전 보급 계획 ····· 125
〈표 5-81〉 소수력 발전 소요 비용 ····· 126
〈표 5-82〉 소수력 발전 보급에 따른 경제적 효과 ····· 126
〈표 5-83〉 지열 에너지 보급 계획 ····· 126
〈표 5-84〉 지열 에너지 소요 비용 ····· 127
〈표 5-85〉 지열 에너지 보급에 따른 경제적 효과 ····· 127
〈표 5-86〉 발전용 연료전지 보급 계획 ····· 127
〈표 5-87〉 발전용 연료전지 소요 비용 ····· 128
〈표 5-88〉 발전용 연료전지 보급에 따른 경제적 효과 ····· 128
〈표 5-89〉 하수슬러지 가스 발전 보급 계획 ····· 129
〈표 5-90〉 하수슬러지 가스 발전 소요 비용 ····· 129
〈표 5-91〉 하수슬러지 가스 발전 보급에 따른 경제적 효과 ····· 129
〈표 5-92〉 하수열 에너지 보급 계획 ····· 130
〈표 5-93〉 하수열 에너지 소요 비용 ····· 130
〈표 5-94〉 하수열 에너지 보급에 따른 경제적 효과 ····· 130
〈표 5-95〉 상수열 에너지 보급 계획 ····· 131
〈표 5-96〉 상수열 에너지 소요 비용 ····· 131
〈표 5-97〉 상수열 에너지 보급에 따른 경제적 효과 ····· 131
〈표 5-98〉 건물형 연료전지 보급 계획 ····· 132
〈표 5-99〉 건물형 연료전지 소요 비용 ····· 132
〈표 5-100〉 건물형 연료전지 보급에 따른 경제적 효과 ····· 132
〈표 5-101〉 자가열병합 발전 보급 계획 ····· 133
〈표 5-102〉 자가열병합 소요 비용 ····· 133
〈표 5-103〉 자가열병합 보급에 따른 경제적 효과 ····· 133
〈표 5-104〉 가정부문 온실가스 감축 사업 추진 방안 ····· 135
〈표 5-105〉 상업부문 온실가스 감축 사업 추진 방안 ····· 136
〈표 5-106〉 공공부문 온실가스 감축 사업 추진 방안 ····· 137
〈표 5-107〉 수송부문 온실가스 감축 사업 추진 방안 ····· 139
〈표 5-108〉 폐기물 부문 온실가스 감축 사업 추진 방안 ····· 140
〈표 6-1〉 거버넌스와 대의민주주의 관계 접근(conjectures) ····· 153

〈표 6-2〉 시민위원회, 실행위원회, 시민토론회, 포럼 개최 결과(누적) ····· 156
〈표 6-3〉 에너지다소비건물과 가정용 전기사용량 비교 ····· 182
〈표 6-4〉 전력산업기반기금 여유재원 누적액 ····· 183
〈표 6-5〉 부문별 소요 비용 ····· 185
〈표 6-6〉 수송부문 사업별 소요 비용 ····· 185
〈표 6-7〉 건물부문 사업별 소요 비용 ····· 187
〈표 6-8〉 에너지 공급 부문 사업별 소요 비용 ····· 188
〈표 7-1〉 수송부문 고용유발효과 추정 결과 ····· 195
〈표 7-2〉 건물부문 고용유발효과 추정 결과 ····· 196
〈표 7-3〉 에너지 공급 부문 고용유발효과 추정 결과 ····· 197
〈표 7-4〉 수송부문 부가가치유발효과 추정 결과 ····· 198
〈표 7-5〉 건물부문 부가가치유발효과 추정 결과 ····· 199
〈표 7-6〉 에너지 공급 부문 부가가치유발효과 추정 결과 ····· 200
〈표 7-7〉 수송부문 생산유발효과 추정 결과 ····· 201
〈표 7-8〉 건물부문 생산유발효과 추정 결과 ····· 202
〈표 7-9〉 에너지 공급 부문 생산유발효과 추정 결과 ····· 203
〈표 7-10〉 서울시 온실가스 배출량 관리 목표 ····· 204
〈표 7-11〉 1인당 온실가스 배출 및 온실가스 집약도 목표 ····· 205
〈표 7-12〉 1인당 에너지 소비 및 에너지 원단위 목표 ····· 206
〈표 7-13〉 에너지 수요관리 절감량 목표 ····· 208
〈표 7-14〉 신재생에너지 보급량 목표 ····· 208
〈표 7-15〉 서울시 녹색성장 추진사업 부문별 경제적 효과(2021-2025) ····· 209

그림차례

〈그림 1-1〉 파리기후변화협약 지구평균기온 상승제한 목표 ····· 4
〈그림 2-1〉 2017년 세계 에너지원별 에너지 생산 연평균 변화율 ····· 17
〈그림 2-2〉 2017년 지역별 총에너지생산 비중 ····· 17
〈그림 2-3〉 2017년 에너지원별 최대 에너지 생산국 ····· 17
〈그림 2-4〉 세계 에너지원별 1차에너지 공급 ····· 18
〈그림 2-5〉 세계 전력 생산 믹스 ····· 18
〈그림 2-6〉 세계 부문별 최종에너지 소비 비중 ····· 18
〈그림 2-7〉 세계 지역별 최종에너지 소비 ····· 18
〈그림 2-8〉 제3차 녹색성장 5개년 계획 기본체계 및 도출과정 ····· 19
〈그림 2-9〉 제3차 녹색성장 5개년 계획 5대 정책방향별 중점과제 ····· 23
〈그림 2-10〉 서울시 기후변화대응 종합계획 수립 배경 및 범위 ····· 26
〈그림 2-11〉 서울시 기후변화대응 종합계획 수립 절차 ····· 27
〈그림 2-12〉 서울시 기후변화대응 종합계획 비전 ····· 27
〈그림 2-13〉 비전과 목표 체계 ····· 31
〈그림 2-14〉 에너지 소비량 절감 목표 ····· 32
〈그림 2-15〉 신재생 에너지 보급률 목표 ····· 32
〈그림 2-16〉 전력자립률 목표 ····· 32
〈그림 2-17〉 온실가스 배출량 감축 목표 ····· 32
〈그림 2-18〉 최종에너지 기준 전망과 목표 수요 ····· 33
〈그림 2-19〉 에너지 수요관리 부문별 목표 ····· 33
〈그림 2-20〉 2040년 에너지 수요관리 목표 부문별 비중 ····· 33
〈그림 2-21〉 2040년 수요관리 절감량 목표 ····· 35
〈그림 2-22〉 수요관리 비중 변화 ····· 35
〈그림 2-23〉 건물부문 수요관리 비중 변화 ····· 35
〈그림 2-24〉 수송부문 수요관리 비중 변화 ····· 35
〈그림 2-25〉 목표 연도별 에너지믹스 ····· 36
〈그림 2-26〉 2040년 에너지믹스 ····· 36
〈그림 3-1〉 서울시 녹색성장 비전과 추진체계 ····· 41
〈그림 3-2〉 서울시 온실가스 감축 목표 및 배출량 ····· 45
〈그림 3-3〉 서울시 온실가스 부문별 배출 비중(2017) ····· 45
〈그림 3-4〉 서울시 에너지 부문 온실가스 배출 비중(2017) ····· 45
〈그림 3-5〉 주요 국가 온실가스 배출 추이 ····· 46
〈그림 3-6〉 주요 지자체 및 전국 온실가스 배출 추이 ····· 46

〈그림 3-7〉 서울시 최종에너지소비 목표 대비 실적 ····· 47
〈그림 3-8〉 주요 지자체 및 전국 최종에너지소비 ····· 47
〈그림 3-9〉 에너지 수요관리 부문 세부사업별 성과 ····· 47
〈그림 3-10〉 서울시 1일 교통수단별 통행 현황 ····· 51
〈그림 3-11〉 에너지 공급 부문 세부사업별 성과 ····· 52
〈그림 3-12〉 전력수요 목표 및 실적 ····· 53
〈그림 3-13〉 서울시 전력생산 목표 및 실적 ····· 53
〈그림 3-14〉 서울시 부문별 태양광 발전시설 보급현황 ····· 54
〈그림 3-15〉 서울시 태양광 보급현황 및 '태양의 도시, 서울' 목표 ····· 54
〈그림 3-16〉 서울시 지역내총생산 대비 온실가스 배출 추이 ····· 55
〈그림 3-17〉 서울시 지역총소득 대비 온실가스 배출 ····· 55
〈그림 3-18〉 개인소득 대비 가정부문 온실가스 배출량 ····· 56
〈그림 3-19〉 개인소득 외 소득 대비 비가정부문 온실가스 배출량 ····· 56
〈그림 4-1〉 서울의 지형 ····· 63
〈그림 4-2〉 서울시 기온 변화(1961~2017) ····· 64
〈그림 4-3〉 전국 시도별 인구 비율 ····· 65
〈그림 4-4〉 서울시 인구수 및 세대당 인구 ····· 66
〈그림 4-5〉 서울의 인구 및 인구밀도 변화 ····· 67
〈그림 4-6〉 서울시 차종별 자동차 등록대수(2008-2018) ····· 68
〈그림 4-7〉 2018년 서울시 차종별 구성비 ····· 68
〈그림 4-8〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화 ····· 69
〈그림 4-9〉 서울시 승용차 일평균 주행거리 변화 ····· 69
〈그림 4-10〉 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화 ····· 69
〈그림 4-11〉 GRDP 및 최종에너지소비 추이 ····· 71
〈그림 4-12〉 에너지원단위 추이 ····· 71
〈그림 4-13〉 인구 대비 가정부문 최종에너지소비 ····· 71
〈그림 4-14〉 종사자 수 대비 비가정부문 최종에너지소비 ····· 71
〈그림 4-15〉 서울시 산업구조의 비중 변화(사업체수 기준) ····· 72
〈그림 4-16〉 서울시 온실가스 배출량 변화 ····· 74
〈그림 4-17〉 서울시 부문별 온실가스 배출량 변화 ····· 76
〈그림 4-18〉 전국 신재생에너지 생산량 ····· 78
〈그림 4-19〉 서울 신재생에너지 생산량 ····· 78
〈그림 4-20〉 최종에너지 소비량 변화 ····· 79
〈그림 4-21〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화 ····· 79
〈그림 4-22〉 국가 에너지원별 소비량 변화 ····· 80
〈그림 4-23〉 서울 에너지원별 소비량 변화 ····· 80

〈그림 4-24〉 전국 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017) ····· 80
〈그림 4-25〉 서울 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017) ····· 80
〈그림 4-26〉 석탄 소비량 변화 ····· 81
〈그림 4-27〉 2005년 대비 석탄 소비량 변화 ····· 81
〈그림 4-28〉 석유 소비량 변화 ····· 82
〈그림 4-29〉 2005년 대비 석유 소비량 변화 ····· 82
〈그림 4-30〉 도시가스 소비량 변화 ····· 82
〈그림 4-31〉 2005년 대비 도시가스 소비량 변화 ····· 82
〈그림 4-32〉 전력 소비량 변화 ····· 83
〈그림 4-33〉 2005년 대비 전력 소비량 변화 ····· 83
〈그림 4-34〉 열 소비량 변화 ····· 84
〈그림 4-35〉 2012년 대비 열 소비량 변화 ····· 84
〈그림 3-36〉 신재생 및 기타 소비량 변화 ····· 85
〈그림 3-37〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 변화 ····· 85
〈그림 4-38〉 국가 부문별 최종에너지 소비량 변화 ····· 86
〈그림 4-39〉 서울 부문별 최종에너지 소비량 변화 ····· 86
〈그림 4-40〉 전국 최종에너지소비 부문별 비율(2017) ····· 86
〈그림 4-41〉 서울 최종에너지소비 부문별 비율(2017) ····· 86
〈그림 4-42〉 산업부문 에너지 소비량 변화 ····· 87
〈그림 4-43〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비량 변화 ····· 87
〈그림 4-44〉 수송부문 에너지 소비량 변화 ····· 88
〈그림 4-45〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비량 변화 ····· 88
〈그림 4-46〉 서울시 수송부문 에너지 소비량 변화 ····· 89
〈그림 4-47〉 서울시 수송부문 에너지 소비비중(2017년) ····· 89
〈그림 4-48〉 서울시 연료별 자동차 등록대수 ····· 89
〈그림 4-49〉 서울시 연료별 자동차 구성비(2018년) ····· 89
〈그림 4-50〉 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화 ····· 90
〈그림 4-51〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화 ····· 90
〈그림 4-52〉 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화 ····· 91
〈그림 4-53〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화 ····· 91
〈그림 4-54〉 서울시 가정용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 92
〈그림 4-55〉 서울시 공공용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 92
〈그림 4-56〉 서울시 서비스용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 92
〈그림 4-57〉 서울시 산업용 전력소비량 추이(2011~2018) ····· 92
〈그림 4-58〉 서울시 건축물 면적별 에너지 사용량 ····· 92
〈그림 4-59〉 서울시 건축물 에너지원별 사용량 ····· 92

〈그림 5-1〉 지역별 에너지다소비사업장 용도별 비중 ····· 95
〈그림 5-2〉 서울시 건물에너지다소비건물 개수 및 에너지사용량 추이 ····· 95
〈그림 6-1〉 GCF 사업 수행기관 간 거버넌스 ····· 162
〈그림 6-2〉 서울시 '원전하나줄이기'의 다층적 파트너십 ····· 167
〈그림 6-3〉 동부간선도로 상계구간에 설치된 태양광 일체형 방음터널 ····· 177
〈그림 6-4〉 기후변화기금 지출사업비 규모 변화 ····· 184
〈그림 7-1〉 온실가스 관리 목표 ····· 204
〈그림 7-2〉 서울시 1인당 온실가스 배출량 전망 ····· 205
〈그림 7-3〉 서울시 온실가스 집약도 전망 ····· 205
〈그림 7-4〉 1인당 에너지 소비량 전망 ····· 206
〈그림 7-5〉 서울시 에너지 원단위 전망 ····· 206
〈그림 7-6〉 에너지 목표수요와 절감률 ····· 207
〈그림 7-7〉 BAU 대비 에너지 절감량 목표 ····· 207
〈그림 7-8〉 2025년과 2040년 수요관리 절감량 목표 ····· 207
〈그림 7-9〉 신재생에너지 보급률 전망 ····· 208
〈그림 7-10〉 2040년 신재생에너지 에너지 믹스 목표 ····· 208
〈그림 7-11〉 녹색성장 추진사업 부문별 경제효과(2021-2025) ····· 209

제 1 장
서 론

가. 계획의 개요

나. 비전과 목표

01 서론

가. 계획의 개요

1) 추진배경 및 목적

(1) 추진배경

□ **전 세계적으로 온난화에 따른 온실가스 감축노력과 저탄소 녹색성장**

○ 인간에 의한 화석에너지 사용이 증가함에 따라 대기 내 온실가스의 양이 증가하고 있음. 온실가스의 증가는 지구온난화 및 기후변화로 이어져 빈번한 기상재해가 발생하고 있으며, 이에 대응하고자 하는 인식이 널리 확산되고 있음

○ 과거의 온실가스의 증가는 단순한 환경적인 문제로 인식되었으나, 점차 빈번하고 대형화되는 기상재해에 따른 부정적인 영향이 증대되면서 산업적, 경제적인 문제로 인식되고 있음

○ 무엇보다도 이러한 경향은 전 세계적으로 온실가스 감축 노력과 미래 신성장 동력 확보를 위해 녹색성장을 추구함에 따라, 우리나라도 저탄소 녹색성장이라는 새로운 국가 패러다임을 형성하게 됨

□ **에너지 수급의 불균형으로 인한 새로운 에너지원 발굴 필요**

○ 개발도상국 에너지 수요의 폭발적인 증가와 더불어 인구의 증가, 삶의 질 향상 등 에너지 수급의 불균형이 심화되고 있으나, 석탄, 석유 등 화석에너지 중심의 에너지 소비 구조는 향후 화석에너지 고갈의 위험을 높이고 있음

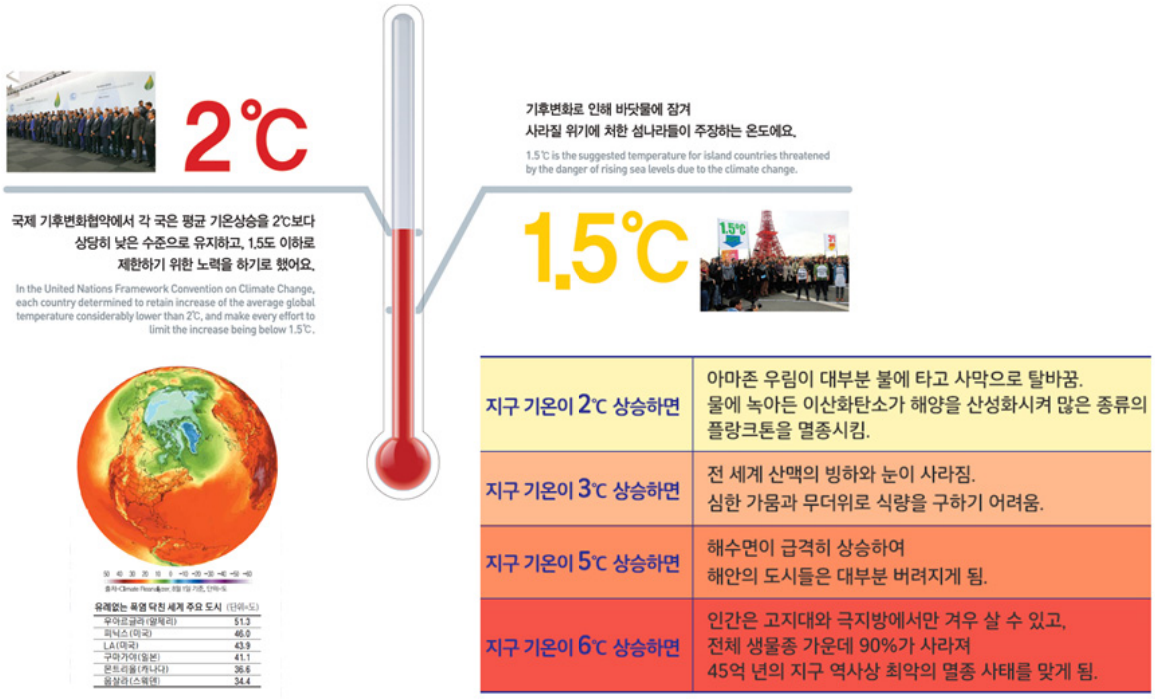
○ 이러한 현상으로 각 국가별로 신재생에너지, 미활용에너지 등 새로운 에너지원을 발굴하기 위한 다각적인 노력을 전개하고 있음

○ 이러한 친환경적인 에너지산업의 육성으로 지구온난화와 에너지 위기를 함께 극복하기 위한 녹색성장은 필(必)환경시대 범지구적 장기목표로 규정하고 있음

○ 기후변화로 인한 위험과 영향을 최소화하기 위한 전 세계적인 감축 수단으로 에너지효율 조기 실현, 최종수요부문의 전기화, 발전부문 탈탄소화, 바이오에너지 개발 및 사용, 이산화탄소 포집저장 기술 도입 강화 등 국제 기후변화협약을 통해 녹색성장을 위한 관심 및 다양한 정책과 노력이 이뤄지고 있음

○ 특히 중앙정부의 「제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)」이 확정 통보됨에 따라 「저탄소 녹색성장 기본법」제11조(지방자치단체의 추진계획 수립 · 시행)및 서울특별시 저탄소 녹색성장 기본조례 제8조(추진계획의 수립 · 시행절차)에 근거하여 「제3차 서울특별시 지방녹색성장 추

진계획」을 수립할 시점임



자료: http://www.seouledc.or.kr(서울에너지드림센터)
매일경제, 지구촌 '살인더위'... 日 143년 만에 최고(https://www.mk.co.kr/news/society/view/2018/08/484019/)

〈그림 1-1〉 파리기후변화협약 지구평균기온 상승제한 목표

(2) 추진목적

○ 중앙정부는 '포용적 녹색국가 구현'이라는 비전하에 책임 있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환 등 3대 추진전략, 5대 정책방향, 20개 중점과제를 추진할 계획을 표명하였으며, '경제와 환경의 조화'와 함께 녹색성장의 포용성을 강화하려는 정책적 움직임을 보임

○ 무엇보다도 온실가스 감축, 에너지원 전환 및 수요관리, 녹색경제 구조혁신, 녹색생활, 국내외 녹색협력 등 5대 정책방향에 부합되는 서울특별시 녹색성장 정책의 체계적 이행과 녹색성장 계획의 점검 및 환류체계를 강화하고, 일관되고 적합성 있는 계획의 수립이 필요한 시점임

○ 이에「제2차 서울특별시 지방녹색성장 추진계획」의 이행상황을 평가하고 연차별 수요성과 및 한계점을 분석하여 평가결과 및 서울시 현 여건을 반영한 녹색성장 계획 수립·변경 및 관련 정책의 일관성 있는 추진을 도모하고자 함

○ 특히 관련된 계획 및 대내외 정책·환경을 분석하고, 향후 비전 수립 및 중점적으로 추진할 과제를 발굴하여, 서울특별시의 특성에 적합한 내실 있는 계획 수립으로 환경보전, 주민생활 및 경제가 조화를 이루는 지속가능한 녹색성장의 토대를 마련하고자 함

2) 수립 근거

□ 저탄소 녹색성장 기본법

○ 제1조(목적) 이 법은 경제와 환경의 조화로운 발전을 위하여 저탄소(低炭素) 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 도약하는 데 이바지함을 목적으로 한다.

○ 제5조(지방자치단체의 책무)

- ① 지방자치단체는 저탄소 녹색성장 실현을 위한 국가시책에 적극 협력하여야 한다.
- ② 지방자치단체는 저탄소 녹색성장대책을 수립·시행할 때 해당 지방자치단체의 지역적 특성과 여건을 고려하여야 한다.
- ③ 지방자치단체는 관할구역 내에서의 각종 계획 수립과 사업의 집행과정에서 그 계획과 사업이 저탄소 녹색성장에 미치는 영향을 종합적으로 고려하고, 지역주민에게 저탄소 녹색성장에 대한 교육과 홍보를 강화하여야 한다.
- ④ 지방자치단체는 관할구역 내의 사업자, 주민 및 민간단체의 저탄소 녹색성장을 위한 활동을 장려하기 위하여 정보 제공, 재정 지원 등 필요한 조치를 강구하여야 한다.

○ 제11조(지방자치단체의 추진계획 수립·시행)

- ① 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)는 해당 지방자치단체의 저탄소 녹색성장을 촉진하기 위하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 녹색성장국가전략과 조화를 이루는 지방녹색성장 추진계획(이하 "지방추진계획"이라 한다)을 수립·시행하여야 한다.
- ② 시·도지사는 지방추진계획을 수립하거나 변경하는 때에는 제20조에 따른 지방녹색성장위원회의 심의를 거친 후 지방의회에 보고하고 지체 없이 이를 제14조에 따른 녹색성장위원회에 제출하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 변경하는 경우에는 그러하지 아니하다.

□ 서울특별시 저탄소 녹색성장 기본조례

○ 제1조(목적) 이 조례는 서울특별시의 저탄소 녹색성장을 위하여 「저탄소 녹색성장 기본법」 및 같은 법 시행령에서 위임한 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

○ 제8조(추진계획의 수립·시행절차)

- ① 서울특별시장(이하 "시장"이라고 한다)은 국가전략 및 국가 5개년 계획이 수립·변경된 날부터 6개월 이내에 5년 단위로 시의 저탄소 녹색성장 추진계획(이하 "추진계획"이라 한다)을 수립하여야 한다.
- ② 제1항의 추진계획에는 저탄소 그린에너지 도시로의 전환, 녹색성장도시의 실현, 기후변화 고도(高度) 적응 도시의 추진을 위하여 다음 각 호의 사항들이 포함되어야 한다.

1. 시의 녹색성장 추진과 관련된 현황분석, 추진경과 및 추진실적

2. 국가전략, 5개년 계획 및 중앙추진계획과 연계하여 시의 특성을 반영한 비전과 전략, 정책방향 및 정책과제에 관한 사항

3. 소관 분야의 연차별 추진계획

4. 시 추진계획의 이행을 통한 미래상 및 기대효과

5. 관할 자치구와 연계한 녹색성장 추진체계

6. 그 밖에 저탄소 녹색성장을 이행하기 위하여 필요한 사항

- ③ 시장은 추진계획을 수립하거나 변경하는 때에는 서울특별시의회에 보고 하고 지체 없이 이를 「저탄소 녹색성장 기본법」(이하 "법"이라 한다) 제14조에 따른 녹색성장위원회에 제출하여야 한다.

3) 계획의 성격 및 범위

(1) 계획의 성격

□ 종합계획

○ 서울특별시 녹색성장 추진계획은 상위계획인 「저탄소 녹색성장 기본법」에 의해 수립된 '녹색성장 국가전략(2009~2050)'과 '제3차 녹색성장 5개년 계획' 등의 내용과 조화를 이루며, 서울특별시의 특성과 여건을 종합적으로 고려하여 반영하는 종합계획임

□ 연차계획

○ 서울특별시 녹색성장 추진계획은 기후변화·에너지·자원 문제, 성장 동력 확충, 기업의 경쟁력 강화, 국토의 효율적 활용 및 쾌적한 환경조성 등 환경과 조화를 이루며 지속가능하고 포용적인 성장이 변화하는 시기에 따라 체계적으로 추진되는 5년 단위 연차계획임

□ 기본계획

○ 서울특별시 녹색성장 추진계획은 국가전략, 5개년 계획 및 중앙추진계획과 연계하여 서울특별시의 특성을 반영한 녹색성장 비전과 미래상, 정책방향 및 정책과제를 제시하는 기본계획임

□ 실행계획

○ 우리나라 녹색성장 추이와 서울특별시 녹색산업 현황을 파악하여 에너지 정책과 연계한 녹색성장 추진계획을 수립하고. 이의 경제효과를 분석하여 제시하고자 함

(2) 계획의 범위

□ 공간적 범위: 서울특별시 전역

□ 시간적 범위: 기준년도 2019년, 목표연도 2040년

□ 내용적 범위

- 대내외 여건과 주요계획
- 제2차 녹색성장 성과평가
- 서울시 여건과 온실가스 현황
- 지속가능한 에너지 체계 구축을 통한 서울시 녹색성장 추진계획
- 녹색산업 생태계 조성을 위한 기반조성
- 미래상 및 기대효과, 경제효과

나. 비전과 목표

□ 기본방향

○ 지역에너지 계획의 비전과 목표 연계

○ 기후변화와 대기오염을 고려하여 화석연료 감축과 재생가능에너지 공급확대

○ 기후·에너지 사업 추진을 통한 녹색 일자리 및 부가가치 창출

□ 비전

○ 비전 키워드

- 지역에너지 계획 수립 단계에서 시민참여 시나리오 워크숍을 통한 비전과 목표의 키워드 도출
- 지속가능한 도시: 지속가능, 스마트도시, 친환경 도시, 안전도시, 건강과 활력 도시, 먹거리생산 도시(도시농업)
- 쾌적한 도시 환경: 숲, 파란 하늘, 깨끗한 공기, 걷고 싶은 도시, 조용한 도시
- 그린에너지: 에너지자립, 자연에너지, 제로에너지, 수소에너지, 핵융합에너지
- 자원순환: 1회용품 없는 도시, 자원 재활용 도시
- 교통: 친환경교통(전기차, 수소차, 자전거), 대중교통

○ 비전: 시민과 함께하는 녹색성장 도시, 서울

□ 목표

○ 저탄소 도시: 2005년 온실가스 배출량 대비 감축률

- 2025년까지 온실가스 배출량 20% 감축
- 2030년까지 온실가스 배출량 40% 감축
- 2035년까지 온실가스 배출량 55% 감축
- 2040년까지 온실가스 배출량 70% 감축

○ 저에너지 도시: 2005년 최종에너지 소비량 대비 절감률

- 2025년까지 에너지 17% 절감
- 2030년까지 에너지 30% 절감
- 2035년까지 에너지 40% 절감
- 2040년까지 에너지 50% 절감

○ 녹색 일자리 도시: 기후·에너지 사업을 통한 서울지역 내 일자리 창출

- 2025년까지 60만개 일자리 창출(누적)
- 2030년까지 116만개 일자리 창출(누적)
- 2035년까지 177만개 일자리 창출(누적)
- 2040년까지 240만개 일자리 창출(누적)

○ 녹색 부가가치 창출 도시: 기후·에너지 사업을 통한 서울지역 내 녹색 부가가치 창출[1)]

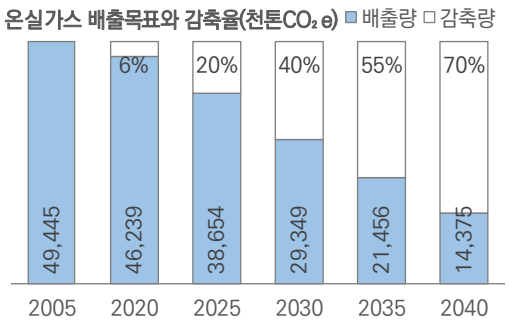
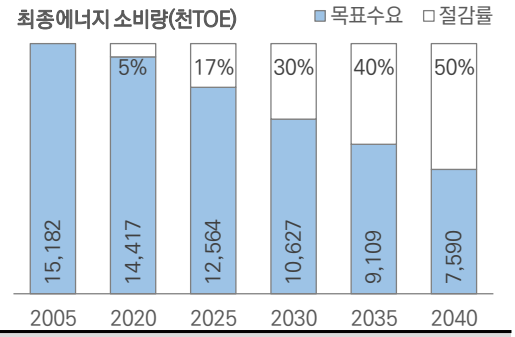
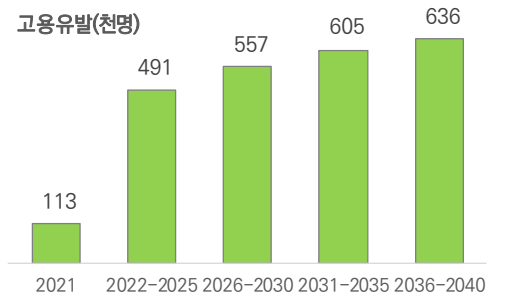
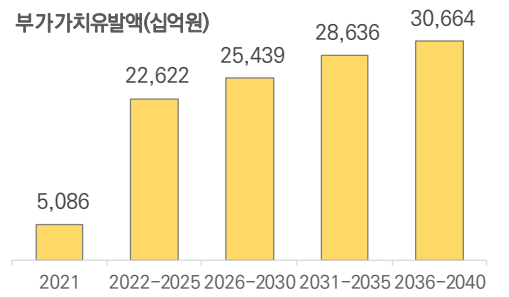
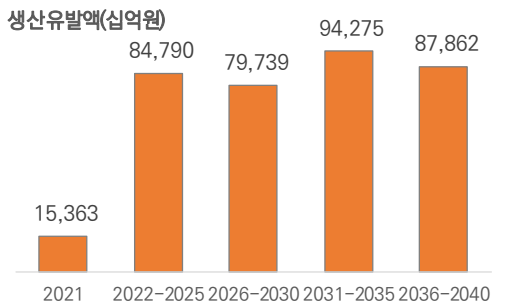
- 2025년까지 부가가치 28조원 창출(누적)
- 2030년까지 부가가치 53조원 창출(누적)
- 2035년까지 부가가치 82조원 창출(누적)
- 2040년까지 부가가치 112조원 창출(누적)

○ 녹색 생산유발 도시: 기후·에너지 사업을 통한 서울지역 생산유발[2)]

- 2025년까지 생산유발금액 85조원(누적)
- 2030년까지 생산유발금액 165조원(누적)
- 2035년까지 생산유발금액 259조원(누적)
- 2040년까지 생산유발금액 362조원(누적)

1) 부가가치유발액은 상품의 최종수요가 발생했을 때 이를 충족하기 위해 모든 부문에서 직간접적으로 유발되는 부가가치 총액을 의미함
2) 생산유발액은 어떤 상품이나 서비스에 대한 최종수요로 인한 전 산업 생산에 직·간접적으로 미치는 생산 활동의 총액을 의미함

〈표 1-1〉 서울시 녹색성장 성과지표 및 달성목표

구분	2020	2025	2030	2035	2040	비고
온실가스 배출량 감축 (천톤CO_2e)	3,206	10,791	20,096	27,989	35,070	
최종에너지 소비량 절감 (천TOE)	765	2,618	4,555	6,073	7,592	
구분	**2021**	**2022-2025**	**2026-2030**	**2031-2035**	**2036-2040**	**비고**
고용창출 (천명)	113	491	557	605	636	
부가가치 창출 (십억원)	5,086	22,622	25,439	28,636	30,664	
생산유발 (십억원)	15,363	84,790	79,739	94,275	87,862	

제 2 장
대내외 여건과 주요 계획

가. 국제 기후·에너지 정책 동향

나. 국가 녹색성장전략 및 제3차 녹색성장 5개년 계획

다. 서울시 기후변화대응 종합계획

라. 제5차 서울시 지역에너지계획

02 대내외 여건과 주요 계획

가. 국제 기후·에너지 동향

(1) 1.5℃ 지구온난화 상승 억제를 위한 국제 기후 동향

□ **신기후체제 출범**

○ 2015년 열린 제21차 기후변화협약(UNFCCC, UN Framework Convention on Climate Change) 당사국총회(COP, Conference of Parties)에서 파리협정(Paris Agreement)이 체결되어 2021년부터 신기후체제(new climate regime)가 출범될 예정임

- 파리협정은 2020년 만료 예정인 교토의정서 이후의 대응에 대한 협정으로 산업화 이전 수준과 비교하여 지구 평균 온도 상승을 2℃ 보다 훨씬 아래로 유지하는 것과 1.5℃로 제한하기 위한 노력을 추구함

□ **1.5℃ 특별보고서 채택**

○ 1.5℃ 특별보고서는 제21차 당사국총회 결정문에서 IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체, Intergovernmental Panel on Climate Change)에 "산업화 이전 수준 대비 1.5℃ 높은 지구온난화의 영향 및 관련된 온실가스 배출 경로에 대한 특별보고서를 2018년에 제공하도록" 한 요청에 대응하여 작성된 보고서임

- 기후변화의 위협, 지속가능한 발전, 빈곤퇴치의 전 지구적 대응 강화 측면에서 산업화 이전 수준 대비 1.5℃ 높은 지구온난화의 영향과 이에 관련된 온실가스 배출경로에 대한 내용을 주로 다룸

○ 2018년에 열린 제48차 IPCC 총회에서 195개 회원국들 만장일치로 승인

- 지구온도 상승이 파리협약의 목표인 2℃보다 낮은 1.5℃로 머물게 하면 해수면 상승 등 기후변화 위험을 상대적으로 완화한다는 점에서 이번 보고서가 갖는 의미가 큼

○ 세계의 과학자 공동체가 '1.5℃'라는 숫자를 통해 기후변화의 심각성에 대한 동의를 확인

- 현재와 같은 방식의(business as usual) 해법이 아닌 비상한 대응을 요청했다는 점에서 이번 특별보고서 채택의 의미를 심각하게 받아들여야 함

□ **1.5℃ 지구온난화 상승의 이해**

○ 지구 온도 상승폭을 1.5℃ 이내로 제한하고자 하는 정책목표

- 지구온난화가 현재 속도로 지속한다면 2030년에서 2052년 사이에 지구 평균 기온은 1.5℃ 상승할

가능성이 큼

- 여러 육지 지역 및 시기에 따라 전 지구 연평균 값보다 큰 온난화 효과가 나타나고 있음. 북극에서 2~3배 더 크고, 해양보다 육지에서 더 큼

○ **CO_2 배출량이 net-zero에 도달해야 지구온난화가 멈추지만 장기적인 관점에서 추가적인 감소가 필요함**

- 산업화 이전부터 현재까지의 인위적 배출량으로 인한 온난화는 수백 년에서 수천 년 간 지속될 것이지만 이 배출량만으로는 지구온난화 1.5℃를 초과할 가능성은 낮음. 또한 전 지구적으로 인위적 CO_2 배출량이 net-zero에 도달하여 유지되고 non-CO_2 복사강제력이 감소하면 인위적 지구온난화는 수십 년의 시간 규모에서 멈출 것
- 그러나 이 때 도달하는 최대 온도는 CO_2 배출량이 net-zero에 도달하는 시점까지 누적된 전 지구 인위적 CO_2 순 배출량과 정점 온도에 도달하기 이전 수십 년 기간 동안의 non-CO_2 복사강제력 수준에 의해 결정됨
- 더 장기적으로 보면, 지구시스템의 피드백에 의한 추가적인 온난화를 방지하고 해양산성화를 되돌리고 해수면 상승을 최소화하기 위해서는 CO_2 배출량을 net-negative로 유지하고 non-CO_2 복사강제력의 추가적인 감소가 필요함

□ 기후변화의 영향과 1.5℃로 억제 필요성

○ 1.5℃ 상승과 2℃의 차이

- 기후 관련 미래의 위험도는 온난화의 속도, 정점 및 지속 기간에 좌우됨. 정점 온도의 위험도는 1.5℃보다 2℃일 때 더 높아지며, 일부 생태계가 회복 불가할 정도로 파괴됨
- 해수면은 지구 평균 온도가 2℃ 상승하면 1.5℃ 상승할 때보다 0.1m 추가 상승
- 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 곤충의 6%, 식물의 8%, 그리고 척추동물의 4%가, 2℃ 상승하면 곤충의 18%, 식물의 16%, 그리고 척추동물의 8%의 기후지리적 분포 범위가 절반 이하로 줄어들 것으로 전망됨
- 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 육지 면적의 약 6.5%는 다른 유형의 생태계로 전환될 것으로 전망되는 반면 2℃가 상승하면 1.5℃ 상승에 비해 위험 노출 면적이 약 2배가 될 것으로 예상됨

○ 지구온난화 1.5℃ 억제와 위험성 경감

- 지구온난화를 1.5℃로 억제하면 해양의 생물 다양성, 어업, 생태계 및 이들이 인간에게 제공하는 기능과 서비스에 대한 위험성을 경감
- 북극해 얼음이 모두 녹을 가능성은 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 100년에 한 번이지만, 2℃ 상승하면 적어도 10년에 한 번으로 높아짐
- 평균 온도가 1.5℃ 상승하면 산호초 손실은 70~90%이나, 2℃ 상승하면 99% 이상 손실

○ 1.5℃ 온도 상승에도 적응 능력에 대한 한계가 존재

□ 1.5℃ 온도 상승 억제에 상응하는 배출 경로와 시스템 전환

○ 지구온난화 1.5℃를 달성하려면 2050년에 CO_2 순배출량이 net zero에 도달해야 함

- 일시적 초과상승도 없이 온도상승 폭을 1.5℃ 이내로 하려면, CO_2 순배출량은 2050년경에는 net zero에 도달해야 함

- 2030년까지 2010년 대비 최소 45%를 감축해야 함

○ 온도상승 폭을 2℃ 이내로 하려면 CO_2 순배출량은 2010년 대비 2030까지 25% 감축, 2070년에 net zero에 도달해야 함

□ 파리협정의 한계와 지속가능발전 및 빈곤 퇴치 노력 차원의 전 지구적 대응 강화

○ 파리협정에 따라 제출된 국가별 감축 목표로는 평균 온도 상승폭을 1.5℃로 억제할 수 없음

- 2030년까지 현재의 국가별 감축 목표를 반영한 경로는 대체적으로 2100년까지 약 3℃의 지구온난화를 초래

○ 온도상승 폭을 1.5℃ 이내로 억제해야 기후변화가 완화되며, 적응 시너지 최대화할 수 있음

□ 기후변화 대응에 있어 에너지의 중요성 증가

○ 에너지 부문은 온실가스 배출의 3분의 2 이상을 차지하고 있어 에너지 정책에서의 기후변화 대응 중요성이 증가됨

○ 해외 주요도시는 저탄소 도시, 나아가 탄소중립 도시로의 빠른 전환을 위해 온실가스 배출량 감축, 최종에너지 소비량 감축, 재생에너지 생산량 증대를 위해 노력하고 있음

- 뉴욕은 2050년까지 탄소중립 도시를 실현하기 위해 2040년까지 재생에너지 전력 100%를 목표지표로 설정함

- 파리는 2050년까지 탄소중립 도시가 되기 위해 2004년 대비 에너지 소비량을 2020년까지 25%, 2030년까지 35%, 2050년까지 50% 감축할 것을 약속함

- 런던은 2050년까지 1990년 대비 100% 온실가스 감축을 달성하기 위해 모든 교통수단의 탄소배출 제로와 런던 내 태양광 PV 2GW 보급을 목표로 함

〈표 2-1〉 해외 주요 도시 온실가스 감축 목표 및 현황

도시명	감축 목표	목표연도	기준연도	달성률(기준연도)
도쿄[3]	30%	2030	2000	-4.2%(2017)
뉴욕	40%, 100%[4]	2030, 2050	2005	17%(2017)
파리[5]	30%, 50%, 100%	2020, 2030, 2050	2004	6.3%(2014)[6]
베를린[7]	40%, 60%, 85%	2020, 2030, 2050	1990	33.3%(2015)
런던	40%, 60%, 100%	2020, 2025, 2050	1990	31%(2016)

주: 상세한 내용은 별책1 해외도시 에너지계획 사례를 참고

3) 에너지 감축 목표는 2030년까지 2000년 대비 38% 감축, 2017년 현재 23% 감축을 이룸

〈표 2-2〉 해외 주요 도시 재생에너지 생산 목표 및 현황

도시명	생산 목표	도달연도	달성률(기준연도)
도쿄	20%, 30%	2024, 2030	14.1%(2017)
베이징	8%[8]	2020	6.6%(2015)
뉴욕	50%, 100%	2030, 2040	27%(2019)
파리	25%, 45%, 100%	2020, 2030, 2050	17%(2017)
런던[9]	15%	2030	2%(2016)

주: 상세한 내용은 별책1 해외도시 에너지계획 사례를 참고

(2) 국제 에너지 동향

□ 재생에너지 및 수소에너지 투자·보급 확대와 비전통 에너지원 공급 확대[10]

○ 기술진보 및 원가절감으로 재생에너지 경쟁력이 빠르게 상승하면서 신규 발전 설비의 약 2/3을 재생에너지가 차지함

- 글로벌 기업들의 RE100 캠페인 참여로 납품 기업을 대상으로 재생에너지 사용 확대를 요구하는 사례도 증가하고 있어 재생에너지 확대에 영향을 미침
- 향후 에너지 수요 증가의 절반가량을 재생에너지가 차지할 것으로 전망됨

○ 셰일오일 가스 등 비전통 에너지원 공급이 증가하면서 글로벌 석유 가스 시장 구조 재편 중

- 셰일가스 생산비중(%, IEA) : (2000) 1 → (2017) 13 → (2025) 21 → (2040) 23

○ 석유 공급처가 다변화 되고 지역적 편재가 적은 재생에너지 에너지 시장의 확대 등에 따라 지정학적 리스크 감소

- 과거 OPEC 등 공급자의 시장 영향력보다 수급 상황에 따라 가격이 결정되는 구조로 변화 중

□ 소비 절감을 위한 에너지 효율 향상에 위한 투자 증가

○ 글로벌 에너지 투자액은 감소했으나 에너지 효율 향상을 위한 투자는 건물과 수송부문을 중심으로 계속 확대됨

- 2040년 전 세계 에너지 효율 관련 투자는 7,700억불에 이를 것으로 전망됨

---

4) 뉴욕의 탄소중립은 도시 내 온실가스 감축 80%와 크레딧 구입 20%를 의미하며, 파리의 탄소중립은 도시 내 온실가스 감축 100%와 간접배출된 온실가스를 크레딧으로 구입하는 것을 의미함

5) 에너지 감축목표는 2004년 대비 2020년까지 25%, 2030년까지 35%, 2050년까지 50% 감축, 2014년 7%를 이룸

6) 이는 국제 표준화 기준인 GPC 방법으로 계산할 경우 감축률을 말함 파리는 프랑스 환경에너지관리청(ADEME)이 직접 개발한 'Bilan Carbone®' 방식의 온실가스 배출량 계산법을 위주로 사용하며 이를 통한 감축률은 약 10%이며 목표치도 2020년까지 25%, 2030년까지 40%, 2050년까지 80%로 달라짐

7) 베를린은 온실가스 전체가 아닌 CO_2 감축 목표 설정

8) 2015년에 비해 35% 이상 증가하는 것으로, 620만 톤 표준 석탄의 발전량과 동일

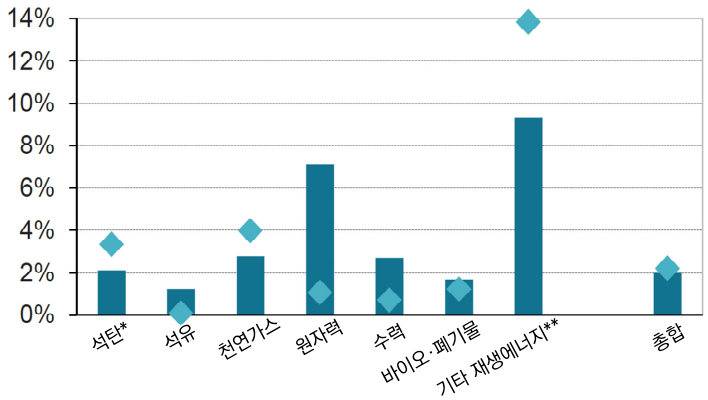
9) 재생에너지와 지역 열 난방이 에너지 수요의 15% 달성

10) 산업통상자원부, 2019, 제3차 에너지기본계획

□ **2017년 세계 에너지 생산은 전년 대비 2.2% 증가[11)]**

○ 2017년 세계 에너지 생산은 14,035백만TOE로 2016년에 비해 2.2% 증가함

- 2016년에 비해 석탄과 천연가스가 각각 120백만TOE 증가
- 바이오 연료와 폐기물은 2016년에 비해 1.2% 상승하여 세계 에너지 생산의 0.4%를 차지
- 수력은 2017년 지난해에 비해 0.7% 상승한 351백만TOE를 기록하여 세계 에너지 생산의 2.5%를 차지
- 태양광, 풍력, 지열, 태양열은 1년 간 각각 34.8%, 17.7%, 7.0%, 3.4% 증가하였으나 1차에너지 생산에서 차지하는 비중은 2% 미만에 머묾
- 원자력 생산은 2016년에 비해 1.1% 증가하여 세계 에너지 생산의 4.9% 차지

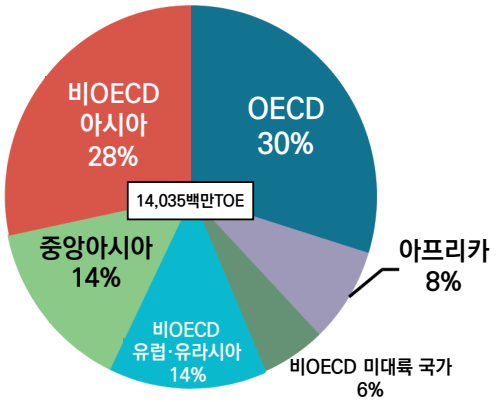


주: * 이탄과 유혈암 포함
** 지열, 태양열, 태양광, 풍력 포함

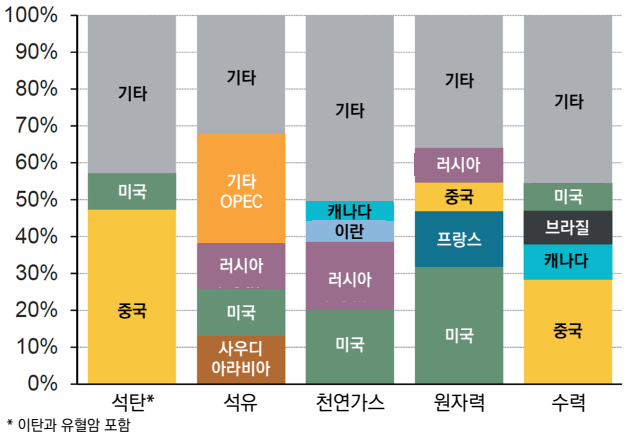
〈그림 2-1〉 2017년 세계 에너지원별 에너지 생산 연평균 변화율

○ 지역별 생산 비중으로는 OECD와 비OECD 아시아 국가가 각각 30%와 28%로 절반 이상을 차지

- OECD 국가 중 미국의 생산량은 1,993백만TOE로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 역사상 세 번째로 가장 높은 생산량을 기록함. 이어서 캐나다와 호주가 510백만TOE, 400백만TOE를 생산
- 비OECD 아시아 국가는 2016년에 비해 2017년에 생산량이 2.5% 늘어난 3,971백만TOE를 기록했으며 중국과 인도네시아가 생산량 증가를 이끎



〈그림 2-2〉 2017년 지역별 총에너지생산 비중



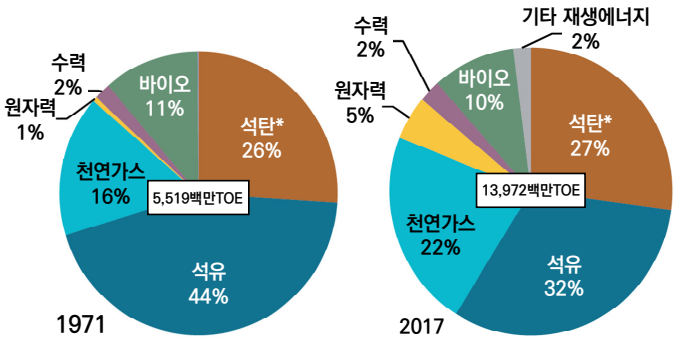
〈그림 2-3〉 2017년 에너지원별 최대 에너지 생산국

11) IEA, 2019, World Energy Balance 2019

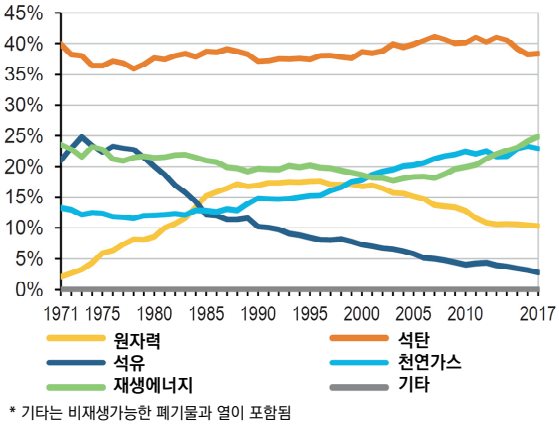
□ **1971년부터 2017년까지 세계 1차에너지 공급량은 2.5배 이상 증가**

○ 1971년부터 2017년까지 세계 1차에너지 공급은 5,519백만TOE에서 13,972백만TOE로 증가

- 석유는 44%에서 32%로 크게 비중이 줄었으나 여전히 가장 큰 비중을 차지하고 있음
- 천연가스는 16%에서 22%로 가장 비중이 높아진 에너지원임
- 전력생산에 있어 석탄은 꾸준히 가장 중요한 에너지원으로 사용되고 있음
- 재생에너지는 2013년부터 두 번째로 가장 높은 비중을 차지한 에너지원이 됨



〈그림 2-4〉 세계 에너지원별 1차에너지 공급

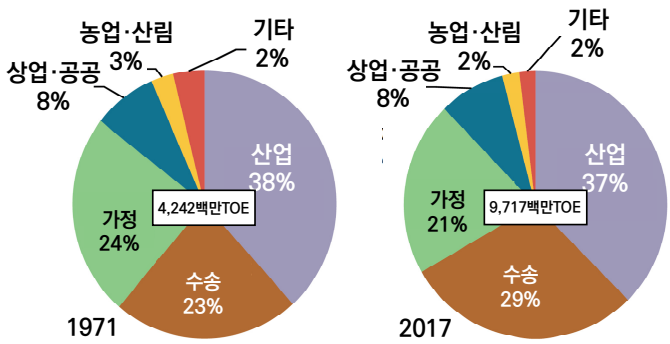


〈그림 2-5〉 세계 전력 생산 믹스

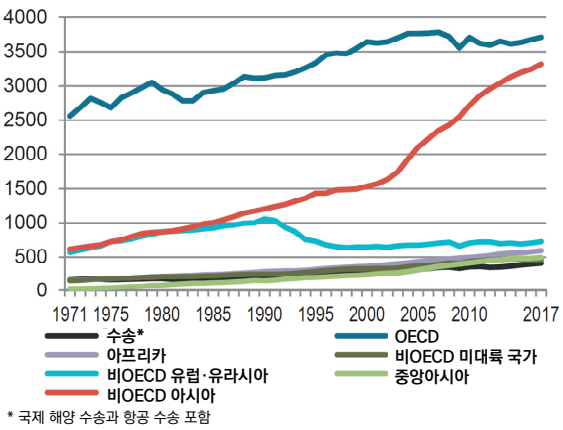
□ **1971년부터 2017년까지 세계 최종에너지 소비량은 2.3배 증가**

○ 1971년에서 2017년 사이 최종에너지 소비량은 2.3배 올라 2017년 9,717백만TOE를 기록함

- 1971년 23%에서 2017년 29%로 크게 오른 수송부문을 제외하고 모든 부문은 유사한 비중을 차지하고 있으며 여전히 산업이 가장 큰 비중을 맡고 있음
- 2000년대 초반 이후 중국을 비롯한 비OECD 아시아 국가의 최종에너지 소비량이 치솟아 2017년에는 34%인 3,317백만TOE가 됨
- OECD 국가들의 소비량은 꾸준한 증가 추세를 보여 왔으나 2008년 경제 위기 이후 불안정한 추세를 보임. 그러나 최근 몇 년 간 3,600백만TOE에서 수준에서 안정되어 2017년에는 2008년 이후 가장 높은 수준인 3,711백만TOE가 소비됨



〈그림 2-6〉 세계 부문별 최종에너지 소비 비중



〈그림 2-7〉 세계 지역별 최종에너지 소비

나. 국가 녹색성장전략 및 제3차 녹색성장 5개년 계획

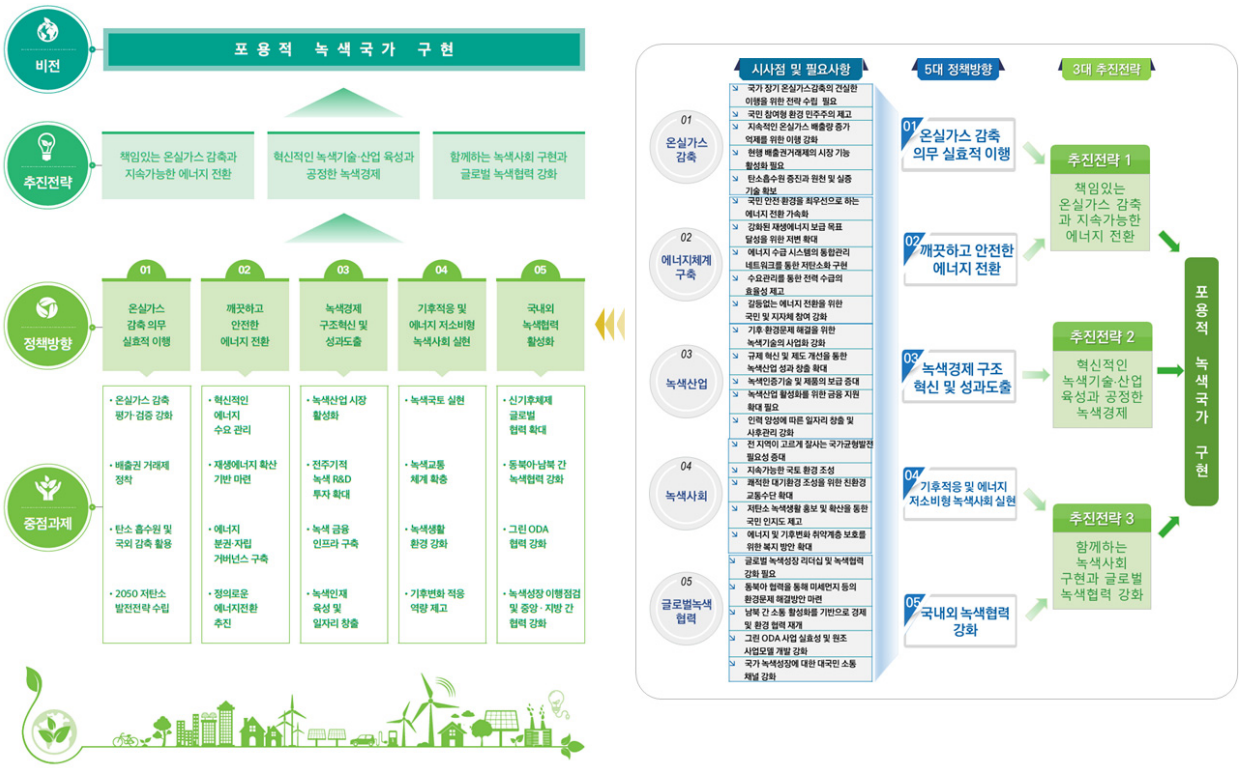
1) 기본체계 및 추진방향

○ 제3차 녹색성장 5개년 계획은 ‘포용적 녹색국가 구현’이라는 비전 아래, ‘책임 있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환’, ‘혁신적인 녹색기술·산업 육성과 공정한 녹색경제’, ‘함께하는 녹색사회 구현과 글로벌 녹색협력 강화’를 3대 추진전략, 20개 중점과제를 제시

○ 비전의 경우 기존의 ‘경제·환경의 조화와 함께 향후 녹색성장 정책 추진 시 사회적 형평성, 각 계층의 참여 등을 강조하여 녹색성장의 ‘포용성’을 강조

○ 특히 계획의 성격을 그동안 마련된 ‘정책 의지 표명과 제도구축’이라는 제도적 기반을 바탕으로 주기적(매년)으로 부처별·과제별 이행실적을 통합 점검하고 그 결과를 즉각 반영되도록 ‘구체적 실천계획’을 중심으로 추진과제를 포함

○ 또한 기본체계 도출과정은 정책 환경 분석을 통하여 시사점 및 필요사항을 도출하고 3차 계획 5대 정책방향과 3대 추진전략을 분류하고 정부 부처 추진계획과 해외 주요 보고서 분석 결과를 활용하여 3차 계획의 방향성을 검토



〈그림 2-8〉 제3차 녹색성장 5개년 계획 기본체계 및 도출과정

□ **5대 정책방향별 개괄 사항**

○ 온실가스 의무 실효적 이행 감축

- 2차 계획 기간 중 수립된 2030 온실가스 감축 로드맵과 배출권거래제 도입에 따라 온실가스 감축을 이행하고 배출권거래제 시장을 활성화할 계획

○ 깨끗하고 안전한 에너지 전환

- 에너지 수요관리 및 신재생에너지 보급과 함께 지역에너지 수립 계획 지원을 통한 에너지 분권, 투명한 에너지 정보공개를 통한 에너지 갈등조정과 주력에너지 밀집지역을 중심으로 주민 소득 증대 사업 강화를 통한 지역사회 복원에도 관심과 지원을 집중할 예정

○ 녹색경제 구조혁신 및 성과 도출

- 2차 계획부터 추진해오던 기후변화대응 기술개발을 지속 추진하고 주력산업의 녹색기술을 융합함과 함께 저소비·고효율 스마트 에너지기술개발, 지능형 환경관리 기술개발 추진 등 4차 산업혁명과 연계된 녹색기술개발에 주력할 예정하고, 녹색산업 분야의 사회적 경제 모델을 발굴하여 성장단계별로 지원

○ 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현

- 2차 계획에서 추진한 친환경적 녹색국토관리와 녹색소비 활성화의 성과를 이어가면서 녹색건축, 수소차 보급, 미세먼지 저감을 위해 노력을 집중

○ 국내외 녹색협력 활성화

- 2015년 체결된 파리협정에 따라 출범하는 신기후체제(2021년~) 이행에 차질이 없도록 국제협상에 적극적으로 대응하고, 관계부처 간 긴밀한 공조체계를 유지

□ **녹색성장 제2차 계획과 제3차 계획 비교**

〈표 2-3〉 제2차 및 제3차 녹색성장 계획 간 비교

구 분		3차 계획(2019~2023)	2차 계획(2014~2018)
비 전		포용적 녹색국가 구현	경제와 환경이 조화로운 발전을 통한 국민행복 실현
정책방향	① 온실가스 감축	• 온실가스 감축 이행체계 마련 및 이행실적 평가•점검 강화	• 부문별 온실가스 로드맵의 체계적인 이행
		• 배출권 거래제 보완 및 시장 활성화를 통한 비용효과적 감축 유도	• 배출권 거래제 시행을 통한 탄소시장 활성화
		• 국내 산림 등 탄소흡수원 확충 및 국제탄소시장을 활용한 국외감축 이행	• 국내 탄소흡수원 확충 및 해외 산림자원 개발
		• 국민공감대 형성을 통한 2050년 장기 감축 목표 설정	• '30년 온실가스 감축을 위한 목표 및 전략 수립
	② 에너지 체계 구축	• 선진국 수준 에너지원단위 달성	• 수요관리 시장 활성화 및 에너지 가격 조정 추진
		• 재생에너지 확대 및 산업경쟁력 강화	• RPS 개선 및 지원제도 강화
		• 지자체의 에너지정책 권한 확대 및 시민참여 활성화	-

〈표 계속〉

구 분		3차 계획(2019~2023)	2차 계획(2014~2018)
정책방향	③ 녹색경제	• 4차 산업혁명 연계 융복합 녹색기술 개발 및 상용화	• 기후변화 대응을 위한 녹색기술 개발
		• 규제 샌드박스 활용 등을 통한 녹색산업 시장 활성화	• 인증제도 개선 및 녹색기술 보급 규제·제도 합리화
		• 창의융합형 녹색 인재 양성 및 사회적경제 분야 녹색일자리 창출	• 부문별 녹색 인력 양성 및 일자리 창출
	④ 녹색사회	• 미세먼지 저감 및 오염원 관리 강화	• 저탄소생활 확산 및 녹색소비 활성화
		• 저탄소 교통·운송수단 확대 및 친환경 교통수요관리 강화	• 교통 수요 관리 및 대중교통 인프라 확충
	⑤ 국내외 녹색협력	• 신기후체제 대응을 위한 역량 제고 및 글로벌 협력 확대	• Post-2020 신기후체제 대응전략 마련
		• 미세먼지 해결을 위한 국내외 협력 및 동북아 에너지·자원 협력확대	• 동북아 환경 공조 체계 및 녹색성장 선도국 위상 강화
		• 그린 ODA 비중 확대 및 全주기 지원 강화	• 개도국 맞춤형 녹색 ODA 확대

2) 5대 정책방향별 중점과제

□ **'온실가스 감축 의무 실효적 이행' 정책방향은 온실가스 감축 평가·검증 강화, 배출권 거래제 정착, 탄소 흡수원 및 국외감축 활용, 2050 저탄소 발전전략 수립을 중점과제로 구성**

○ 부문별 온실가스 감축을 위해 목표배출량과 이행수단을 구체적으로 마련하고, 감축 실적을 국민에게 공개할 계획

○ 배출허용총량의 설정방식 개선 및 유상할당 확대를 추진하고, 배출권 시장을 활성화할 계획

○ 탄소 흡수원을 확충하고, 해외 감축사업을 발굴하는 등 온실가스 감축수단을 다변화할 계획

○ 저탄소 사회비전 포럼 등 국민적 공감대 속에서 2050 국가 온실가스 감축목표를 설정하여 2020년 UN에 제출할 계획

□ **'깨끗하고 안전한 에너지 전환' 정책방향은 혁신적인 에너지 수요 관리, 재생에너지 확산 기반 마련, 에너지 분권·자립 거버넌스 구축, 정의로운 에너지 전환 추진을 중점과제로 구성**

○ 혁신적 에너지 수요관리를 통해 에너지원단위를 개선하고 전력 수요자원 시장을 활성화

○ 탄소인증제 도입 등 재생에너지 산업경쟁력을 강화하고, 전력 중개시장 활성화를 통해 재생에너지 중심 에너지시스템을 구축해 나갈 계획

○ 국민참여형 에너지 거버넌스 구축을 위해 지역 정책에 지역주민 참여를 확대하고 주민참여·이익공유형 프로젝트를 활성화할 계획

○ 에너지빈곤층에 대한 복지를 강화하고, 지역사회 복원에도 정책적 지원을 확대할 계획

○ 문제발생 이전부터 모니터링 및 이해관계자 협의체 등을 통해 갈등을 사전에 예방하고, 에너지시설에 대한 안전관리 대폭 강화할 계획

□ **'녹색산업 구조혁신 및 성과 도출' 정책방향은 녹색산업 시장 활성화, 전주기적 녹색 R&D 투자 확대, 녹색금융 인프라 구축, 녹색인재 육성 및 일자리 창출을 중점과제로 구성**

○ 녹색산업 시장을 활성화하기 위해 재생에너지 관련 현장 규제를 개선하고, 녹색인증 제품에 대한 정부구매와 금융지원을 확대할 계획

○ 4차 산업혁명 녹색기술, 10대 기후기술, 국민생활 밀착형 녹색기술 개발 등 전주기적 녹색 R&D 투자를 확대하고 녹색기술의 실증과 상용화도 병행할 예정

○ 녹색설비 투자에 대한 금융 지원 강화 및 환경기술 보유 기업에 특별자금을 지원할 계획

○ 기후변화 특성화 대학원을 활성화하는 등 녹색인재를 육성하고 녹색산업분야의 사회적 경제 모델도 발굴할 계획

□ **'기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현' 정책방향은 녹색국토 실현, 녹색교통 체계 확충, 녹색생활 환경 강화, 기후변화 적응역량 제고를 중점과제로 구성**

○ 건축물 에너지 성능을 개선하고, 생활 인프라 중심의 녹색공간을 확대할 계획

○ 생물서식처 관리, 물환경 보전 등 국토 지속가능성을 높일 계획

○ 미세먼지, 폐기물 관리 등 국민생활과 직결 문제 해결과 녹색생활 문화를 확산시킬 계획

○ 과학적 모델링과 기후변화 위험진단을 통해 기후변화 적응역량도 제고할 계획

□ **'국내외 녹색협력 활성화' 정책방향은 신기후체제 글로벌 협력 확대, 동북아·남북 간 녹색협력 강화, 그린 ODA 협력 강화, 녹색성장 이행점검 및 중앙·지방 간 협력 강화를 중점과제로 구성**

○ 신기후체제 이행과정에 주도적으로 참여하고, 국제협력 이니셔티브에도 적극 동참할 계획

○ 미세먼지 및 산림 등 동북아 및 남북 간 녹색협력을 적극 추진할 계획

○ 그린 ODA 지원 비중을 단계적으로 확대하고, 국내 녹색산업의 해외진출을 지원할 계획

○ 중앙-지방 간 녹색성장 협력체계를 강화하고, 지자체 온실가스 감축도 지원할 계획

〈그림 2-9〉 제3차 녹색성장 5개년 계획 5대 정책방향별 중점과제

□ 핵심성과지표

○ 제3차 녹색성장 5개년 계획은 5대 정책방향에 따른 총 25개의 핵심성과지표

〈표 2-4〉 제3차 녹색성장 5개년 계획 5대 정책방향에 따른 핵심성과지표

구 분			연도별 지표변화				
			2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
정책방향	① 온실가스 감축	온실가스 배출량 (백만톤 이하)	691		671		
		국내 산림탄소 흡수량(천톤)	37,500	35,700	34,200	32,900	31,600
		2050년 국가 온실가스 감축목표 수립	초안 마련	UNFCCC 제출	-	-	-

〈표 계속〉

구 분			연도별 지표변화				
			2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
정책방향	② 에너지 체계 구축	총에너지원단위 (toe/백만원)	0.1908	0.1896	0.1885	0.1873	0.1863
		분산형 전원 발전 비중(%)	12.3	12.8	13.4	13.8	14.2
		한국형 FIT 적용 신규 용량(㎿)	50	70	90	110	-
		재생에너지 발전량 비중(%)	8.5	9.1	9.8	10.5	11.3
		에너지 바우처 수급가구수(만가구)	58	67	69	76	86
	③ 녹색 경제	국내 신재생에너지 기술 수준(%)	78	78	80	82	82
		기후기술 분야의 SCI 논문 영향력 지수 (mrnIF)	71	72	73	74	75
		환경·안전 투자 지원 프로그램 운영(조원)	2.0	1.5	1.5	-	-
		해외 환경사업 수주액 (억원)	13,930	14,500	15,000	15,500	16,000
		환경 일자리 창출 수(명)	20,000	20,150	20,350	20,600	20,900
	④ 녹색 사회	산림생태계복원실적 (ha, 누적)	537	562	587	612	637
		친환경 자동차 보급지수(%)	37.5	51.9	71.0	100.0	-
		수소버스 보급 대수 (대, 누적)	35	335	1,000	2,000	3,000
		대중교통 수송분담률(%)	34.5	34.9	35.2	-	-
		미세먼지(PM2.5) 삭감량 (천톤, 2014년 기준)	41	77	96	116	-
		녹색매장 지정수(개)	530	550	580	610	640
		재해취약성분석에 근거한 재해예방형 도시계획 수립률(%)	10	15	25	40	50
	⑤ 국내외 녹색 협력	UN 기술메커니즘을 통한 개도국 기술지원(TA) 제공(건)	4	6	6	8	8
		녹색·기후기술 협력 해외거점센터 지정 (개수, 누적)	1	1	2	2	3
		그린 ODA 비중 제고(%)	11	12.3	14	16.2	19
		기후협상에서 우리입장 반영 노력도(건)	7	8	9	10	10
		녹색도시 선정 및 인센티브 지원(건)	제도 마련	2	제도 보완	3	제도 보완

다. 서울시 기후변화대응 종합계획

1) 계획의 배경 및 필요성

□ **서울지역의 연평균기온 상승과 연강수량 증가 추세**

○ 여름철 일 최고기온이 33℃ 이상인 폭염일의 증가와 겨울철 평균기온 상승이 서울의 연평균 기온 상승에 영향을 미침. 강수량의 경우 봄, 가을, 겨울 강수량은 감소하는 반면 여름철 강수량은 증가하는 추세임. 특히, 일 최다 강수량이 300mm 이상인 경우가 늘어나는 등 국지성 집중호우가 빈번해짐

○ 대표농도경로(RCP) 시나리오에 대한 장래 기후변화 전망에 의하면 2040년대에는 2000년대에 비해 연평균기온이 2.1℃ 상승하고, 강수량은 467mm 증가할 것으로 예상됨[12)]

□ **기후변화 적응과 완화를 포괄하는 종합계획 필요**

○ 제2차 계획에서는 적응계획뿐만 아니라 완화계획을 포함하여 서울시의 기후변화대응력을 강화하고자 함

- 기후변화 완화(mitigation)는 기후변화 영향을 예방하거나 지연 또는 감소시킴으로써 적응 비용을 줄임. 즉, 온실가스 감축 등의 완화 정책은 기후변화 적응(adaptation)의 효과성을 높여줌
- 적응은 기후변화로 인한 현재 및 단기 위험을 줄여주고, 완화는 장기 영향을 줄여주는 등 적응과 완화는 상호보완적 전략임

○ IPCC 제5차 보고서에서도 적응과 완화를 결합한 기후회복 경로(climate-resilient pathway)를 인류의 지속가능발전 경로로 제시함

2) 수립 근거

□ **「저탄소 녹색성장 기본법」**

○ 제48조 제4항(기후변화 영향평가 및 적응대책의 추진) 및 같은 법 시행령 제38조(기후변화 영향평가 및 적응대책 수립)에 근거하여 매 5년 마다 각 광역지자체는 기후변화 적응 대책을 수립하여야 함[13)]

---

12) RCP(Representative Concentration Pathways)란 대표농도경로를 의미함. RCP 시나리오는 인간 활동이 대기에 미치는 복사량으로 온실가스 농도를 정하여 최근 온실가스 농도 변화를 반영함. 대표적인 복사 강제력에 대해 사회-경제 시나리오는 여러 가지가 될 수 있다는 의미에서 '대표(Representative)'라는 표현을 사용하고, 온실가스배출 시나리오의 시간에 따른 변화를 강조하기 위해 '경로(Pathways)'라는 의미를 포함함

13) 국내에서는 1990년대 후반부터 기후변화대응 종합대책이 수립되었음. 2008년에는 기후변화대응 종합계획을 수립하여 국가차원의 종합적인 기후변화 영향평가 및 취약성 분석 등을 강화하고, 부문별 적응 대책을 제시함. 2010년에는 「저탄소 녹색성장 기본법」이 시행되면서 국가법정계획으로써 "국가 기후변화 적응대책" 수립의 법적 근거를 마련함

□ 「서울특별시 기후변화 대응에 관한 조례」

○ 조례 제2장(기후변화대응종합계획의 수립)에 근거하여 매 5년 마다 서울시장은 '서울특별시 기후변화대응 종합계획'을 수립하여야 함

- 제1차 서울시 기후변화 적응대책 세부시행계획의 종료에 따른 1차 계획의 성과와 한계, 여건변화 등을 고려하여 향후 5년을 기간으로 기후변화 완화와 적응 부문별 세부시행계획을 포함하는 '제2차 서울특별시 기후변화대응 종합계획'을 수립함

3) 계획의 내용

□ 공간 및 시간적 범위: 서울시 전역, 2017년~2021년

□ 내용적 범위

○ 완화: 에너지 절약, 효율화, 생산, 자원순환

○ 적응: 건강, 재난·재해, 물관리, 산림·생태계

□ 계획 주요 내용

○ 국내외 기후변화 적응 및 완화 정책 동향

○ 기후변화 현황, 분야별 피해조사, 기후변화 및 영향 전망

○ 기 시행 중인 계획의 이행사항 평가

○ 기후변화 완화: 온실가스 배출 현황 및 특성 도출

○ 기후변화 적응: 부문별 취약성평가

○ 기후변화 완화와 적응의 추진 전략 설정 및 중점 추진분야 사업 선정

○ 부문별 세부시행계획 수립

〈그림 2-10〉 서울시 기후변화대응 종합계획 수립 배경 및 범위

□ 계획 수립 절차

〈그림 2-11〉 서울시 기후변화대응 종합계획 수립 절차

4) 비전과 목표

□ 비전: 저탄소 기후안전도시 서울

○ 본 종합계획의 비전인 『저탄소 기후안전도시 서울』은 '기후변화 완화를 선도하는 저탄소 녹색도시'와 '기후변화에 고도로 적응하는 기후안전도시'의 의미를 포함함

- 기후변화 완화를 선도하는 저탄소 녹색도시
- 기후변화에 고도로 적응하는 기후안전도시

〈그림 2-12〉 서울시 기후변화대응 종합계획 비전

□ 완화부문 전략목표

○ 에너지 절약과 효율화를 통한 에너지 저소비형 도시

○ 분산형 에너지 생산을 통한 에너지생산도시

○ 자원의 재사용 및 재활용 문화의 정착을 통한 자원순환도시

□ 완화부문 세부사업

○ 기후변화 완화 계획은 서울시 지역에너지계획과 서울의 약속을 기반으로 하여 4개 부문 에너지 절약, 효율화, 생산, 자원순환으로 구성됨

〈표 2-5〉 서울시 기후변화대응 종합계획 기후변화 완화 부문별 중점 세부사업

부문	추진 전략	세부 사업
에너지 절약	생활 속 에너지 절약 문화	에코마일리지제도 운영 내실화
		홈 에너지클리닉 서비스 제공
		에너지자립마을 확대 조성
		대학이 앞장서는 그린캠퍼스 조성
	교통 에너지 절약 문화	공공자전거 확대 구축
		나눔카 사업 추진
		자동차 공회전 제한정보 제공 및 관리
		주행거리 감축 기반의 승용차 마일리지제 도입
		교통유발부담금 제도 개선
		찾아가는 친환경 경제운전교육
	에너지 복지	서울에너지복지사 양성
		시민참여 에너지 복지기금(플랫폼)구축
		서울시 에너지빈곤층 실태조사
효율화	건물 에너지 효율 향상	기존건축물 에너지효율 개선 본격 추진
		신축 대형건물 에너지관리시스템 도입 및 자립 확대
		녹색건축물 설계기준 연차별 강화
		주택 BRP 활성화
		사회복지시설 경로당 등 BRP 추진
		공공임대주택 에너지효율화 사업
		저소득층 주택 에너지효율화 사업
		친환경 고효율 보일러 보급
		공공부문 LED조명 보급 확대
		민간부문 LED조명 설치 확대
		주택가 친환경 LED보안등 개선
		공원 가로등을 고효율 LED 등으로 교체
		에너지 취약계층 LED 무상교체 지원사업
		에너지 절약형 LED 간판 교체
		그린 인테리어 가게 활성화

〈표 계속〉

부문	추진 전략	세부 사업
효율화	교통부문 에너지 효율 향상 기반 확충	보행자 및 교통약자 편의성 확충 사업
		중앙버스 전용차로 확충
		철도중심 녹색교통망 확충
		친환경자동차 보급 지원 확대
		친환경자동차 보급기반 확충
		노후 운행경유차 조기폐차 등
		질소산화물 저감 장치 보급
	공공부문 에너지 효율 향상	저전력 고효율의 그린 데이터센터 구현
		서울메트로 시설개선 등 효율화
		정수장 유효율 향상
생산	태양광 도시 서울	시민펀드 서울햇빛발전소 건설로 수익창출 및 에너지빈곤층 지원
		태양광발전협동조합 지원활성화
		전기요금 만원 아껴주는 주택 미니태양광 5만호 보급
		학교, 공공시설, 민간건물 등 태양광설치 확대
		태양광 랜드마크 조성
	집단에너지 확대 및 소규모 분산형 전원 확대	집단에너지(지역냉난방) 공급 확대
		건물형 열병합발전시설 보급 확대
		소수력 발전시설 설치
		연료전지 발전시설 보급 확대
		타 지역과 협력하는 신재생에너지 개발
	미활용 에너지 발굴 및 탄소흡수	서울 외곽지역 잉여 발전열 지역난방에 이용
		지하철 유출수를 활용한 건물 냉난방
		도심 속 작은 숲 정원 조성
자원순환	자원 절약을 위한 사회기반 마련	음식물 쓰레기 원천 감량화
		음식물쓰레기 발생 억제 및 감축기반 조성
		온실가스 배출권거래제 선도를 통한 온실가스 감축
	자원 재활용 문화 확산	나눔장터 상설운영
		시민이 참여하는 폐기물 재활용
		주택가 재활용정거장 운영
		전자폐기물 재활용률 향상
		서울 새활용플라자 운영

□ 적응부문 전략목표

○ 시민건강 적응능력 강화를 통한 건강도시

○ 도시재해 대응력 강화를 통한 방재도시

○ 안정적 물관리체계 확보로 물 부족 없는 풍요로운 수자원 도시

○ 생태계 건강성과 다양성 증진을 통한 생태도시

□ 적응부문 세부사업

○ 적응부문 세부사업은 메가시티인 서울의 특성을 반영하여 이전 기후변화대응 종합계획이었던 제1차 적응대책에서와 같이 건강, 재난·재해, 물관리, 산림·생태계 부문으로 구성하여 제1차 계획과의 일관성 및 연속성을 확보함

〈표 2-6〉 서울시 기후변화대응 종합계획 기후변화 적응 부문별 중점 세부사업

부문	세부사업
건강	무더위쉼터 운영
	쪽방촌 거주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영
	취약계층 폭염대비 방문건강 관리
	기후변화 대비 감염병 대응체계 구축
	감염병 감시 및 관리 강화
	대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교 사업 확대
재난·재해	미세먼지를 재난으로 규정, 미세먼지 취약계층 보호강화
	미세먼지 고농도시 차량 2부제 및 조업단축 등 비상저감조치 이행
	하천 예·경보 체계 구축 및 활용
	풍수해 취약지역 유지관리 마련
	민간제설기동반 구성 및 운영
	거리노숙인 보호대책 추진
물관리	침수취약지역의 대심도 하수저류시설 설치
	집중호우 대응의 빗물펌프장 시설용량의 확보
	물재이용 시설의 설치 확대
	상수관로의 누수량 최소화를 통한 유수율 제고
	합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대
	하천 환경평가를 통한 자연성 회복
산림·생태계	산사태 위험 예·경보 시스템 구축
	사면관리 통합시스템 구축
	산림생태계 환경 개선
	생물지표종 지정 및 모니터링
	생물다양성 전략계획 수립
	열섬화 현상 및 호우대비 가로수 띠녹지 조성
	옥상녹화 및 텃밭 조성
	도시농부학교 확대 운영

라. 제5차 서울시 지역에너지계획

1) 계획의 목적

□ **국가 정책 목표에 대한 고려와 서울시의 지역 특성에 맞는 계획의 선도적 추진**

○ 제3차 국가에너지기본계획과 재생에너지 3020 정책추진으로 지역 차원의 협력의 중요성 증대

- 에너지 수요관리 정책 강화, 분산형전원의 확대, 환경·안전과의 조화, 에너지복지 강화 등 지역 차원의 실천을 기반으로 하는 정책을 중심으로 국가 에너지 정책의 패러다임이 전환됨에 따라 정책목표에 부합하는 지역의 실천계획 수립

○ 지역의 경제성장과 도시개발에 따른 에너지 수요변화를 전망하고 이를 토대로 최적의 에너지 수요관리와 경제적이고 안정적인 공급계획을 수립

○ '에너지 살림 도시', '태양의 도시, 서울' 등 서울시의 에너지 정책을 계승 발전시켜 지역에너지 사업을 선도

2) 비전과 목표

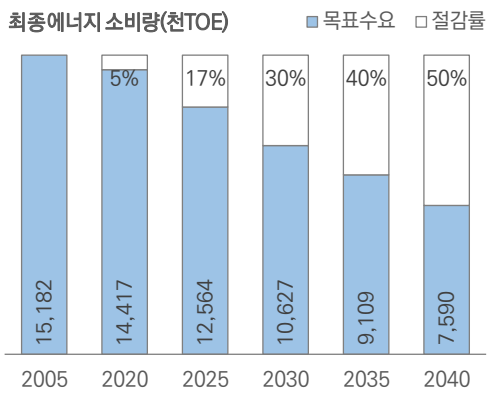
□ **비전과 목표 체계**

〈그림 2-13〉 비전과 목표 체계

□ 주요 목표

○ 에너지 소비량 절감

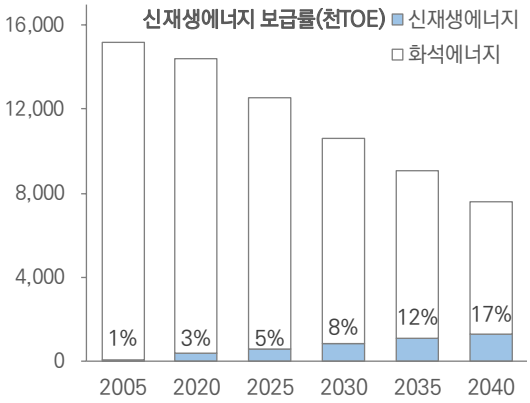
- 2040년까지 50% 절감(2005년 소비량 기준)
- 2030년까지 30% 절감
- 2025년까지 17% 절감



〈그림 2-14〉 에너지 소비량 절감 목표

○ 신재생에너지 보급률[14)]

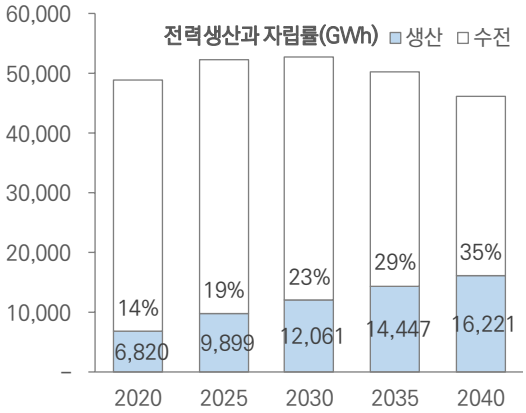
- 2040년까지 최종에너지 소비량의 17% 생산
- 2030년까지 최종에너지 소비량의 8% 생산
- 2025년까지 최종에너지 소비량의 5% 생산



〈그림 2-15〉 신재생 에너지 보급률 목표

○ 전력자립률

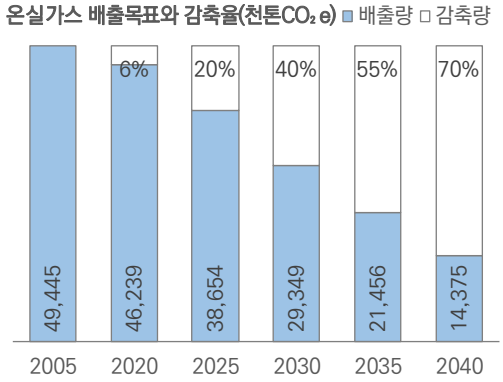
- 2040년까지 전력소비량 대비 35% 생산
- 2030년까지 전력소비량 대비 23% 생산
- 2025년까지 전력소비량 대비 19% 생산



〈그림 2-16〉 전력자립률 목표

○ 온실가스 배출량 감축

- 2040년까지 70% 감축(2005년 배출량 기준)
- 2030년까지 40% 감축
- 2025년까지 20% 감축
- 국제사회는 2050년까지 net zero 달성 목표 합의



〈그림 2-17〉 온실가스 배출량 감축 목표

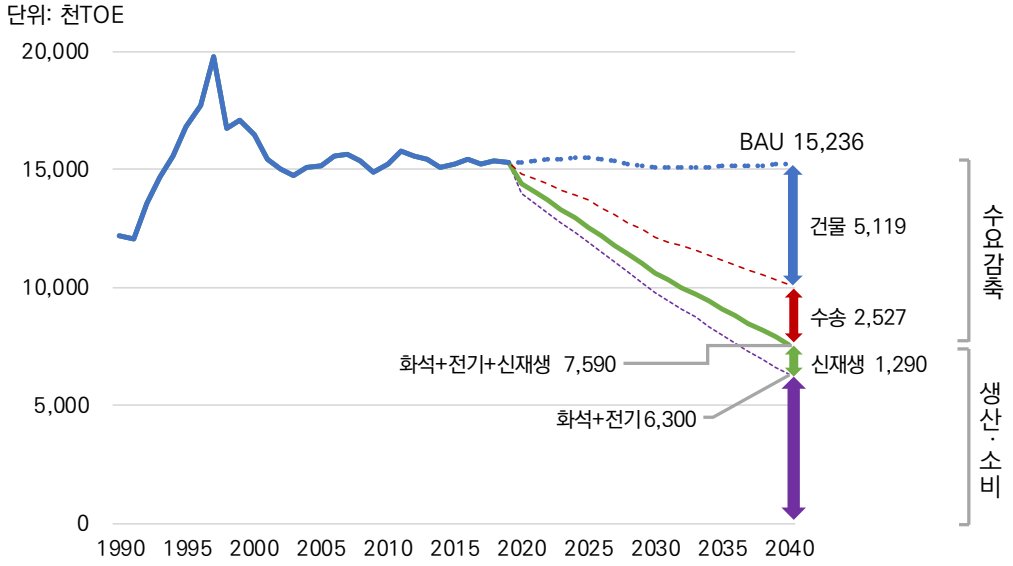
14) 신재생에너지 보급률은 최종에너지 소비량 대비 서울시 내에서 생산된 신재생에너지 생산량을 의미함

3) 목표 에너지 사용량 달성 방안

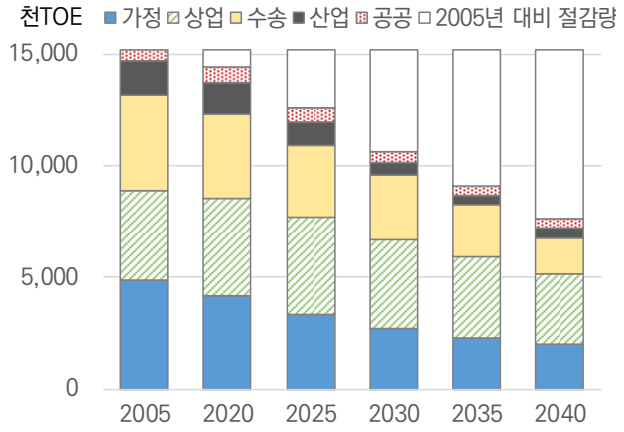
□ 부문별 에너지 효율화와 신재생에너지 확대

○ 건물에너지 효율화를 통해 5,119천TOE, 수송부문 효율 개선을 통해서 2,527천TOE 절감

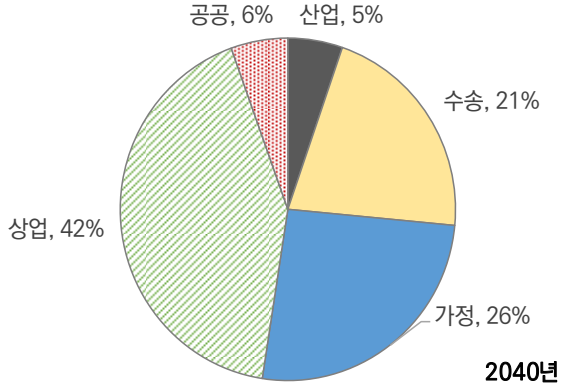
○ 신재생에너지는 1,290천TOE 생산하는 것을 목표로 함



〈그림 2-18〉 최종에너지 기준 전망과 목표 수요



〈그림 2-19〉 에너지 수요관리 부문별 목표



〈그림 2-20〉 2040년 에너지 수요관리 목표 부문별 비중

〈표 2-7〉 에너지 수요관리 부문별 총괄표(신·재생에너지 포함)

(단위: 천TOE)

연도	전망치(BAU)						목표수요					
	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계	산업	수송	가정	상업	공공·기타	합계
2005	1,527	4,292	8,777		587	15,182	1,527	4,292	8,777		587	15,182
2020	1,461	4,220	4,311	4,546	751	15,289	1,378	3,779	4,191	4,364	705	14,417
2025	1,334	4,172	4,015	5,206	756	15,483	1,029	3,196	3,332	4,371	635	12,564
2030	1,268	3,959	3,742	5,757	837	15,563	512	2,873	2,686	4,045	510	10,627
2035	1,265	3,751	3,476	6,076	900	15,468	385	2,322	2,278	3,669	455	9,109
2040	1,335	3,530	3,264	6,213	895	15,236	400	1,612	1,968	3,193	417	7,590

4) 에너지 수요관리 지표 요약

〈표 2-8〉 건물부문 에너지 수요관리 절감 목표

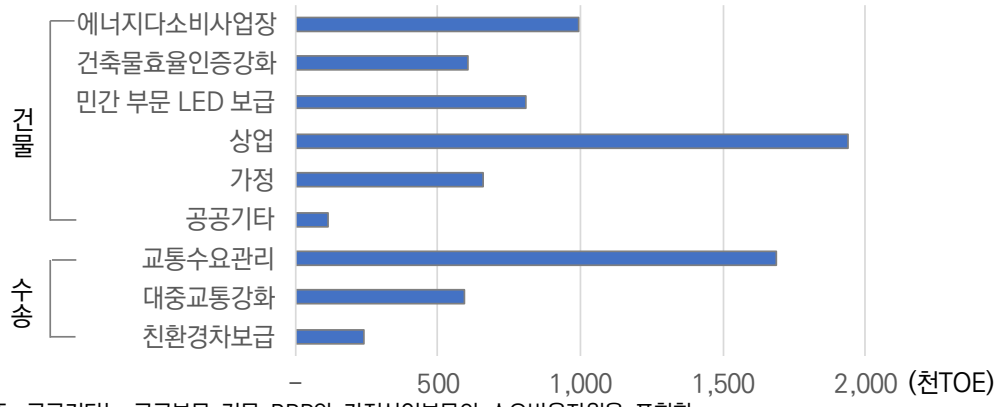
(단위: 천TOE)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
건물	공통	에너지다소비 사업장	65.2	128.1	189.0	247.8	304.7	359.6	607.9	817.4	994.2
		건축물효율인증 강화	28.9	57.7	86.6	115.5	144.3	173.2	317.5	461.8	606.2
		민간부문 LED 보급	79.6	159.1	238.7	318.2	397.8	477.3	580.6	683.9	807.8
	공공	사회복지시설 BRP	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.5	8.0	10.5	12.5
		공공건물 BRP	1.4	1.6	1.9	2.2	2.6	3.0	6.3	13.4	28.4
		공공임대주택 BRP	3.0	6.0	9.0	12.1	15.1	18.1	33.2	48.2	63.3
	상업	상업건물 BRP	92.3	184.6	276.8	369.1	461.4	553.7	1,015.1	1,476.5	1,937.9
	가정	주택 BRP	6.6	13.3	19.9	26.6	33.2	39.9	73.1	106.4	139.6
		에코마일리지	150.0	152.0	154.0	156.1	158.2	160.3	171.3	183.1	195.7
		친환경보일러	33.6	37.6	42.1	47.2	52.8	59.2	104.3	183.8	324.0
	가정 상업	수요반응자원	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.22	0.78	2.74	9.67
건물 합계			461.5	742.2	1,021.2	1,298.9	1,575.2	1,850.0	2,918.2	3,987.8	5,119.2

〈표 2-9〉 수송부문 에너지 수요관리 절감 목표

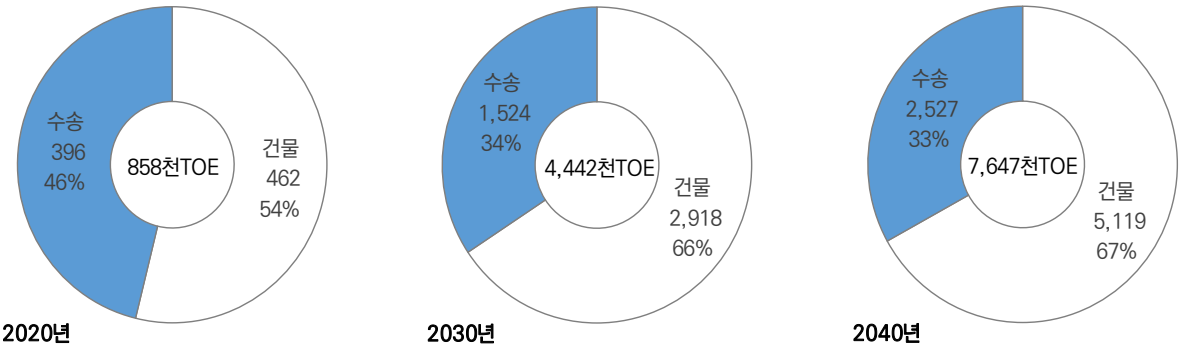
(단위: 천TOE)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
교통수요변화		교통수요변화	-	5.7	31.7	57.8	83.9	110.0	167.3	237.6	328.0
교통 수요 관리	승용차	기업체 교통수요관리	370.6	464.1	519.7	545.5	567.3	574.4	601.7	764.9	1,188.8
		승용차마일리지제									
		나눔카									
		승용차 평균 주행거리 감소	14.3	53.8	91.4	128.4	164.4	200.2	213.7	207.3	171.5
대중 교통 강화	지하철/버스	도시철도 확대	-	15.8	30.5	44.4	72.0	98.5	299.6	540.4	594.8
		중앙버스전용차로 확대									
	보행/자전거	보도율 확대									
		자전거도로 확대									
		공공자전거 이용 확대									
		개인교통수단 이용 확대									
친환경차 보급		승용차 평균 연비 개선	2.5	15.6	33.2	49.0	67.4	98.9	181.3	190.2	137.5
		일반차 점유율 감소	8.7	11.6	16.2	21.7	28.0	34.9	60.7	98.2	106.9
		전기차 점유율 증가									
		수소차 점유율 증가									
		친환경 시내버스 보급 확대									
수송 합계			396	566	723	847	983	1,117	1,524	2,039	2,527

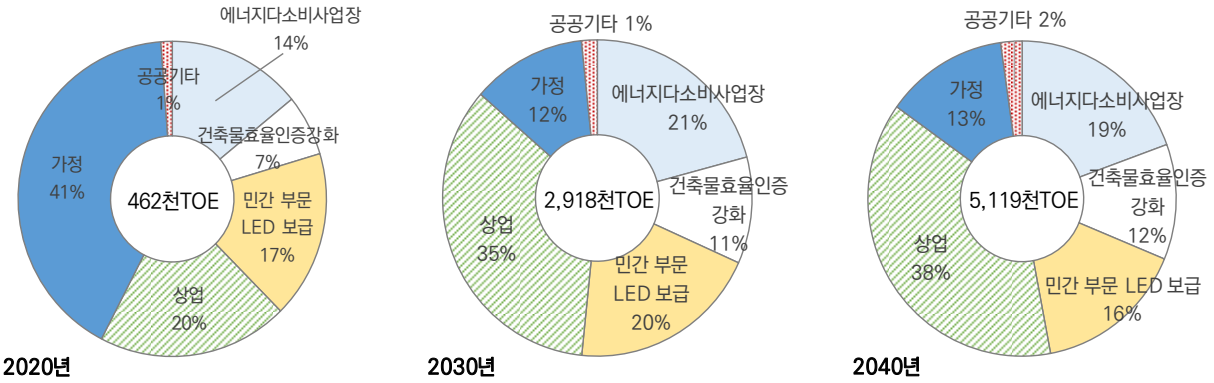


주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

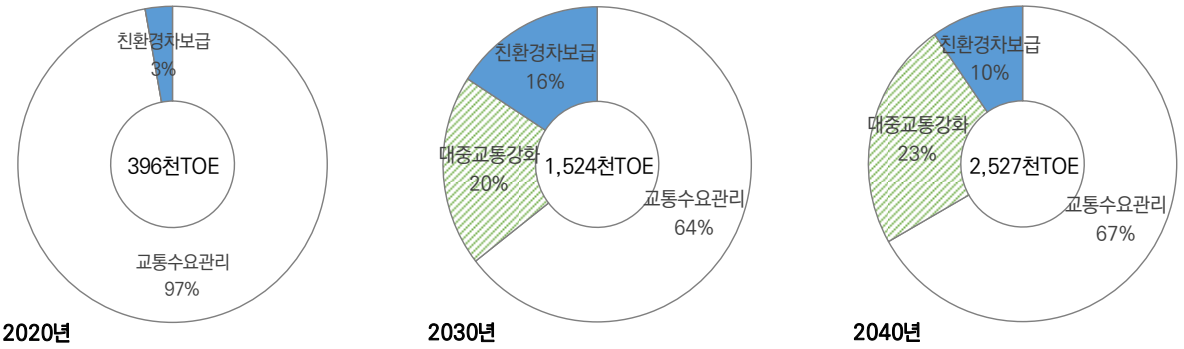
〈그림 2-21〉 2040년 수요관리 절감량 목표



〈그림 2-22〉 수요관리 비중 변화



〈그림 2-23〉 건물부문 수요관리 비중 변화



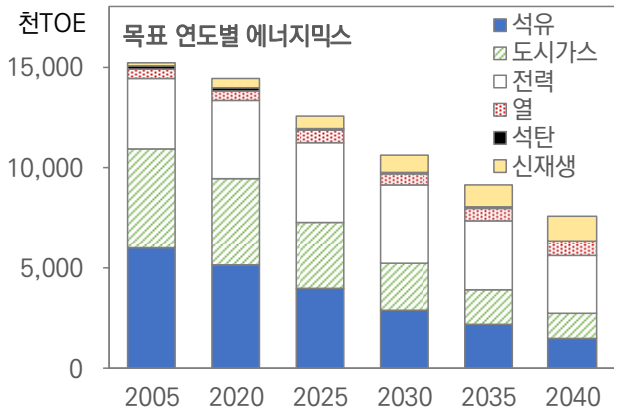
〈그림 2-24〉 수송부문 수요관리 비중 변화

5) 주요 에너지 공급 지표 요약

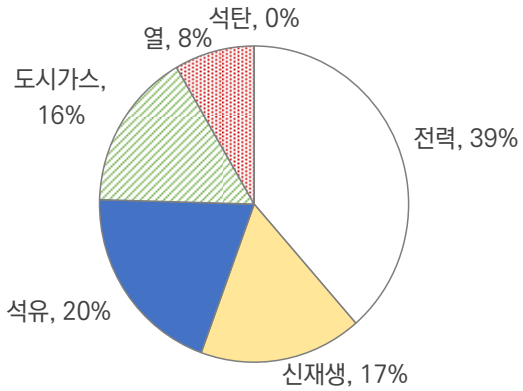
□ **2040년 신재생에너지 생산량 목표는 2,787천TOE(등가1차에너지[15]), 전력생산량 목표는 16,221GWh로 설정함**

○ 2040년 에너지믹스에서 전력이 38.6%로 가장 큰 비중을 차지함. 석유 20%, 신재생에너지 17%, 그리고 도시가스가 16%로 3가지 에너지원이 유사한 비중을 차지하고 있음

- 신재생에너지 중 대부분이 발전설비이므로 전력의 비중은 50% 이상



〈그림 2-25〉 목표 연도별 에너지믹스



〈그림 2-26〉 2040년 에너지믹스

〈표 2-10〉 신재생에너지 생산 목표(등가1차에너지)

(단위: 천TOE)

구분		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
신재생 에너지	태양광	156	208	271	291	312	334	471	664	936
	태양열	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	3.85	3.85	5.39
	풍력	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.31	0.86	2.93
	소수력	0.46	0.46	0.46	0.95	1.03	1.10	1.45	1.80	2.15
	지열	11	11	11	11	11	11	15	18	21
	발전용 연료전지	361	451	542	542	542	632	722	812	812
	건물형 연료전지	9	18	27	36	36	36	253	506	632
	바이오	77	77	77	77	77	77	83	87	87
	폐기물	52	52	52	52	52	52	52	52	52
	소계	670	822	984	1,013	1,034	1,146	1,602	2,145	2,551
미활용 에너지	하수열	35	35	35	35	35	35	50	59	70
	잉여열 수열 지역난방 활용	78	78	78	78	78	78	78	78	78
	상수열활용 냉난방	2	2	3	4	5	5	35	62	88
	소계	115	115	116	117	118	118	164	199	236
합계		785	937	1,100	1,130	1,151	1,265	1,765	2,344	2,787

주: 폐기물에너지의 경우 신재생에너지법 개정(2019. 10. 1)으로 폐기물에너지의 정의가 "비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외"로 변경됨에 따라 동법 시행령 제2조 [별표1]에 의거하여 "폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지"인 전력만 반영함

15) 등가1차에너지란 전력 생산에 소요되는 화석연료 등의 1차에너지 환산량을 의미함

〈표 2-11〉 분산형전원과 전력생산량 목표

(단위: GWh)

구분			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
재생에너지	태양광		681	910	1,186	1,270	1,360	1,457	2,055	2,899	4,088
	풍력		0.18	0.22	0.27	0.33	0.40	0.49	1.36	3.76	12.78
	소수력		2.02	2.02	2.02	4.17	4.48	4.78	6.32	7.85	9.38
	바이오	하수슬러지	-	-	-	-	-	-	24.53	42.92	42.92
연료전지 · 미활용에너지	연료전지	발전용 연료전지	1,577	1,971	2,365	2,365	2,365	2,759	3,154	3,548	3,548
		건물형 연료전지	39	79	118	158	158	158	1,104	2,208	2,759
	폐열 활용	노원자원 회수시설 스팀 터빈	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74	70.74
기존발전량	화력	서울화력*	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205	4,205
		마곡CHP	-	-	-	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6	998.6
		자가 열병합	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	284.7	306.6	328.5
	신재생	폐기물	158	158	158	158	158	158	158	158	158
전력자립률		생산	6,820	7,483	8,192	9,317	9,407	9,899	12,061	14,447	16,221
		수요	48,958	49,638	50,317	50,997	51,676	52,356	52,756	50,261	46,259
		보급률	14%	15%	16%	18%	18%	19%	23%	29%	35%
분산형전원		생산	2,615	3,278	3,987	5,112	5,203	5,694	7,856	10,242	12,016
		구성비	38%	44%	49%	55%	55%	58%	65%	71%	74%
		보급률	5%	7%	8%	10%	10%	11%	15%	20%	26%
신재생 에너지		생산	2,528	3,190	3,900	4,026	4,116	4,608	6,573	8,937	10,689
		구성비	37%	43%	48%	43%	44%	47%	54%	62%	66%
		보급률	5%	6%	8%	8%	8%	9%	12%	18%	23%

주: *분산형전원 전력생산량에서 제외
구성비는 전력생산량 대비 분산형전원 및 신재생 에너지 생산량의 비율
보급률은 전력수요 대비 분산형전원 및 신재생 에너지 생산량의 비율
폐기물에너지의 경우 신재생에너지법 개정(2019. 10. 1)으로 폐기물에너지의 정의가 "비재생폐기물로부터 생산된 것은 제외"로 변경됨에 따라 동법 시행령 제2조 [별표1]에 의거하여 "폐기물의 소각열을 변환시킨 에너지"인 전력만 반영함

제 3 장

제2차 지방녹색성장 추진계획 성과 평가

가. 제2차 지방녹색성장 추진계획 주요 내용

나. 성과 평가

03 제2차 지방녹색성장 추진계획 성과 평가

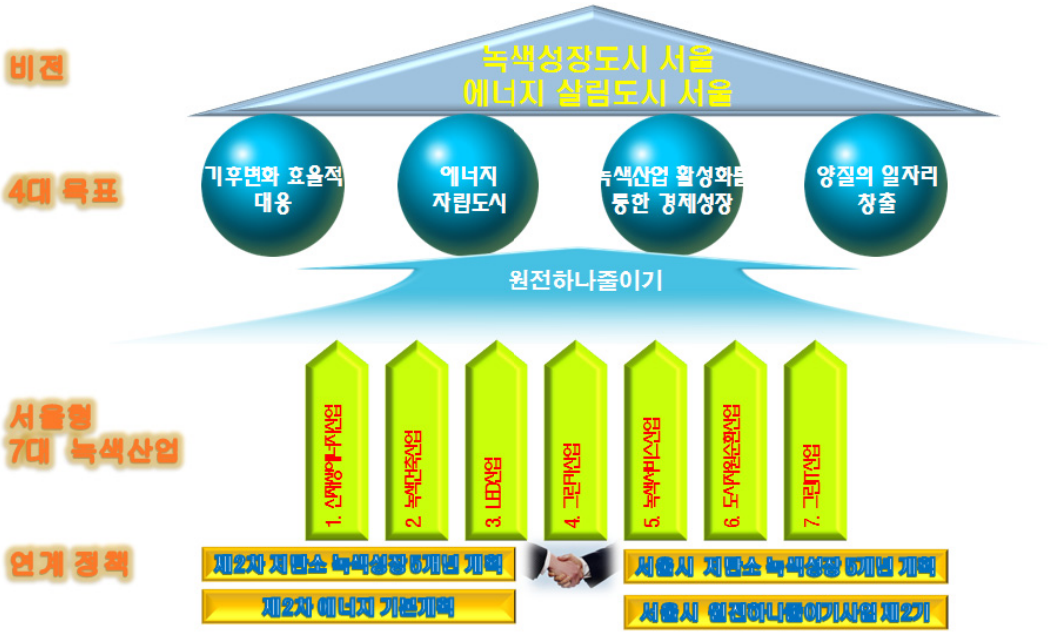
가. 제2차 지방녹색성장 추진계획 주요 내용

1) 비전

□ 「제2차 지방녹색성장 추진계획」은 '녹색성장도시 서울, 에너지 살림도시 서울'를 비전으로 제시하고, 4대 목표와 4가지 부문별 계획으로 설정되어 있음

○ 4대 목표는 '기후변화 효율적 대응', '에너지 자립도시', '녹색산업 활성화를 통한 경제성장', '양질의 일자리 창출'로 원전하나줄이기 2단계 사업인 에너지살림도시와 제4차 지역에너지계획을 연계하여 설정함

○ 4가지 분야는 1) 에너지 절약 및 효율 향상, 2) 에너지 생산, 3) 녹색산업 지원, 4) 에너지 공동체 육성으로 구성으로 구성됨



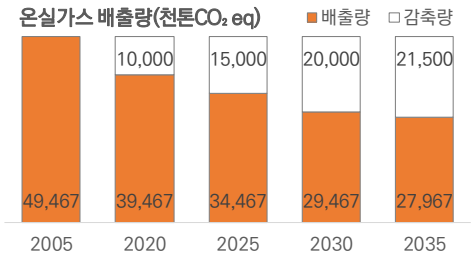
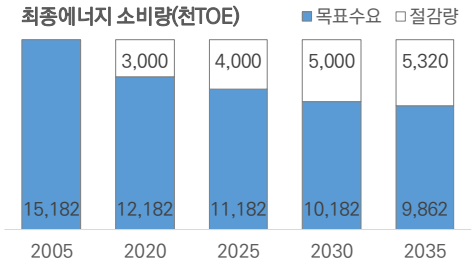
〈그림 3-1〉 서울시 녹색성장 비전과 추진체계

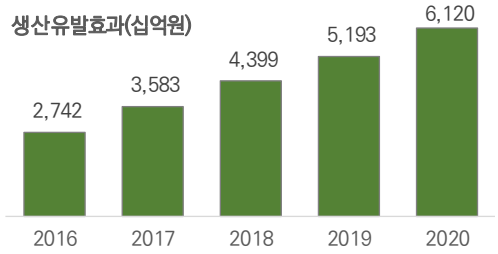
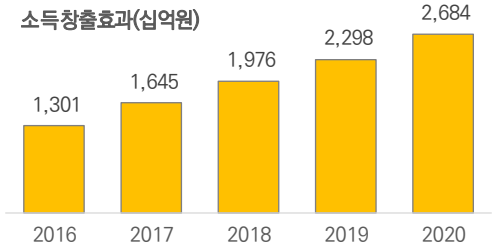
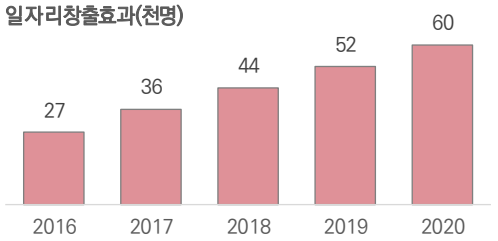
2) 지표와 달성목표

□ 2035년까지 2005년 대비 온실가스 43% 감축, 최종에너지 35% 감축을 목표로 설정

○ 이러한 사업 추진에 따라 2020년까지 약 4.7조원의 사업비(민간투자 포함)를 투입하여 6.1조원의 생산유발과, 약 2.7조원의 소득창출, 6만개의 일자리를 창출을 계획함

〈표 3-1〉 제2차 서울시 지방녹색성장 추진계획 성과지표 및 달성목표

구 분	2020년	2025년	2030년	2035년	그래프
온실가스 감축 (톤CO_2)	1,000만	1,500만	2,000만	2,150만	
에너지 절감량 (TOE)	300만	400만	500만	530만	

구 분	2016년	2017년	2018년	2020년	그래프
생산유발 (십억원)	2,742	3,583	4,399	6,120	
소득창출 (십억원)	1,301	1,645	1,976	2,684	
일자리창출 (천명)	27	36	44	60	

3) 에너지 절약 및 효율 향상 부문 계획

□ 에너지 절약 및 효율 향상을 위한 단위 사업은 총 9개 과제의 34개 사업으로 구성되어 있음

〈표 3-2〉 에너지 절약 및 효율향상 부문 단위사업

사 업 명	세 부 사 업 명
신축건물 제로에너지화 선언	에너지절약형 녹색건축물 활성화
	에너지 소비정보 전면공개
	녹색건축물 설계기준 연차별 강화
에너지 진단과 효율화로 건강하고 쾌적한 건축도시	기존 건축물 에너지 효율개선 본격 추진
	주택 BRP 활성화
	친환경 고효율 보일러 보급
	건물별 에너지소비량 표출 공개
	홈 에너지 클리닉 서비스 제공
공공부문 에너지 효율화 책임 강화	지하철 전력설비 · 시설의 효율적 운영
	서울메트로 시설개선 등 효율화
	서울도시철도 전력설비의 효율적 운영
	물재생센터 & 정수센터 전력설비의 효율적 운영
	물재생센터 에너지 절감 추진
	정수센터 전력설비의 효율적 운영
	저전력 고효율의 그린 데이터센터 구현
	온실가스 · 에너지 목표관리제 추진
LED 빛도시 서울	공공부문 LED 조명 보급 확대
	공공부문 LED 조명 보급 확대
	주택가 친환경 LED 보안등
	공원 가로등을 고효율 LED 조명으로
	민간부문 LED 조명 설치확대
	에너지 절약형 LED 간판 교체
	옥외조명 운영계획 심의 및 관리 강화
에너지 저소비형 도시공간 구조로 개편	에너지 저소비형 컴팩트 시티 구축
	에너지 저소비형 컴팩트 시티 구축
	에너지 절약형 리모델링 활성화 구역 확대
	에너지 저소비형 실증모델 선도
	친환경 제로에너지 주택단지 조성
	에너지 특화형 서울디지털단지 조성
	기후에너지 지도를 활용한 도시계획 수립 및 관리
	동·하절기 전력 위기관리
그린카 보급 확대	친환경 전기자동차 보급
	노후운행경유차 조기폐차 등
에너지 절약형 교통환경 도시	누리자! 드라이빙 마일리지 & 나눔카
	드라이빙 마일리지로 확 달라진 승용차 요일제
	나눔카 사업 추진
	시내 곳곳을 대중교통과 자전거로 달려요
	과학적 분석을 통한 버스노선의 효율적 운영
	서울 차 없는 날
	보행전용거리(차 없는 거리) 확대조성
	자전거 이용 활성화
	하이서울 자전거 대행진
	교통유발금 제도 개선
	나도 친환경 경제운전자
	찾아가는 친환경 경제운전 교육
	사업용 자동차 운전자 친환경 · 경제운전 체험교육
	친환경운전 안내장치 부착

사 업 명	세 부 사 업 명
에너지 절약 시민생활문화 정착	에코마일리지 제도 운영 내실화
	불끄기 캠페인 연중 추진
	시민과 소통하는 체감형 에너지 홍보
	에너지 교육 및 투어 프로그램 운영
세계 제일의 재활용 도시 만들기	시민이 참여하는 폐기물 재활용 (폐식용유, 폐비닐, 원단조각 등)
	주택가 재활용 정거장 운영
	다량배출사업장에 대한 재활용 컨설팅 실시
	나눔장터 활성화를 통한 재사용 문화 확산
	전자폐기물 재활용율 향상

○ 위 사업에 공공예산 1조 1천억원, 민간투자 7.6천억원, 총 1,917십억원을 사업비로 설정함

○ 이를 통해 생산유발효과 2,458십억원, 소득창출효과 1,254십억원, 고용창출효과 약 28,000명을 예상함

4) 에너지 생산부문 계획

□ 에너지 생산을 위한 단위 사업은 총 5개 과제의 19개 사업으로 구성되어 있음

〈표 3-3〉 에너지 생산부문 단위사업

사 업 명	
태양광 도시 서울! 프로젝트 (10만 생산자 클럽)	시민펀드 서울햇빛발전소 건설로 수익창출 및 에너지 빈곤층 지원
	전기요금 만원 아껴주는 주택·미니태양광 5만호 보급
	학교, 공공시설, 민간건물 등 태양광 설치 확대
	태양광 랜드마크 조성
	타 지역과 협력하는 신재생에너지 개발
	신재생에너지 융·복합사업 개발 보급
건물별 분산형에너지 생산시대 개막	연료전지 발전시설 보급 확대
	열병합 발전 시설 확대
	건물형 열병합 발전시설 보급 확대
	주택용 열병합 발전 보일러 보급
	소수력 발전 시설 설치
난방비 20% 절약되는 집단에너지 6만호 공급확대	집단에너지(지역냉난방) 공급확대
	마곡 집단에너지 시설 건설
	서울 외곽지역 잉여발전열 지역난방에 이용
도시 곳곳의 숨은 미활용 에너지 찾기	자원회수시설 폐열 회수 및 미활용 에너지 생산
	지하철 유출수를 활용한 건물 냉·난방
	바이오에너지 목재 펠릿 보급 확대
제도 혁신으로 에너지 자립 적극 지원	서울형 햇빛발전 지원제도(FIT) 확대
	에너지 관련 불합리한 규제 제도정비
	건축 계획단계부터 전력 자립 실현
	신축 대형건물 에너지관리시스템 도입 및 자립 확대

○ 위 사업에 공공예산 447,464백만원, 민간투자 1조 9천억원, 총 2조 4천억원을 사업비로 설정

○ 이를 통해 생산유발효과 3조원, 소득창출효과 1조원, 고용창출효과 약 26,000명을 예상함

나. 성과 평가

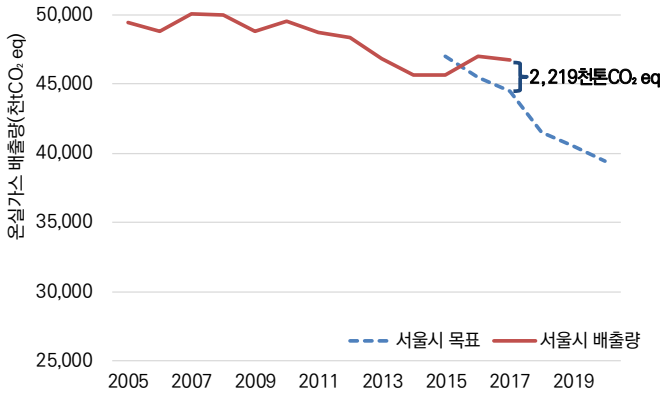
1) 온실가스 감축 부문

(1) 온실가스 배출 현황

□ **2017년 온실가스 배출량은 46,685천톤CO_2eq로 2005년 대비 5.6% 감소에 그침**

○ 2017년 배출량은 「제2차 지방녹색성장 추진계획」 2017년 목표 대비 2,219천톤CO_2eq 초과함

- 서울의 약속(2015) 목표: 49,445천톤(2005년) → 37,100천톤(2020년) → 30,000천톤(2030년)
- 제2차 지방녹색성장 추진계획(2015) 목표: 49,445천톤(2005년) → 39,467천톤(2020년) → 29,467천톤(2030년) →27,967천톤(2035년)



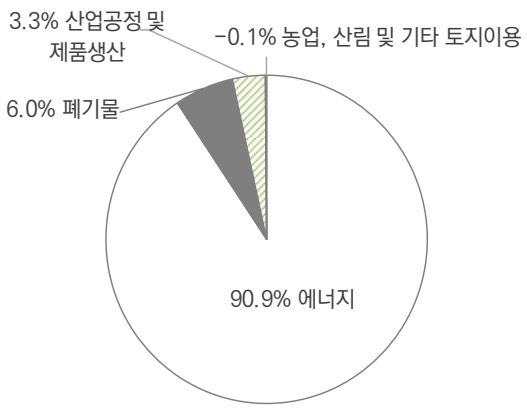
〈그림 3-2〉 서울시 온실가스 감축 목표 및 배출량

〈표 3-4〉 서울시 온실가스 배출 실적

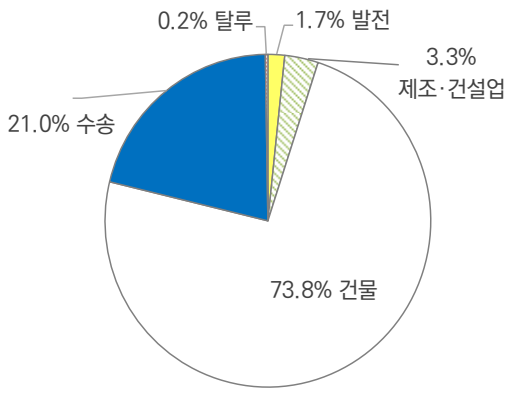
연 도	온실가스 배출 (천톤CO_2eq)
2005년	49,445
2011년	48,672
2012년	48,311
2013년	46,817
2014년	45,673
2015년	45,646
2016년	46,986
2017년	46,685

○ 부문별 배출현황으로는 에너지 부문이 서울시 전체 온실가스 배출량의 90.9%를 차지하고 있어 에너지 부문에서의 대응이 온실가스 배출 감축에도 중요함. 이어서 폐기물부문이 6.0%, 산업공정 및 제품생산부문이 3.3%를 차지함

○ 에너지 부문의 배출현황을 세부적으로 살펴보면, 건물부문이 전체 배출량의 73.8%를 차지하고 이어서 수송부문 21.0%, 발전부문 1.7%로 구성됨



〈그림 3-3〉 서울시 온실가스 부문별 배출 비중(2017)



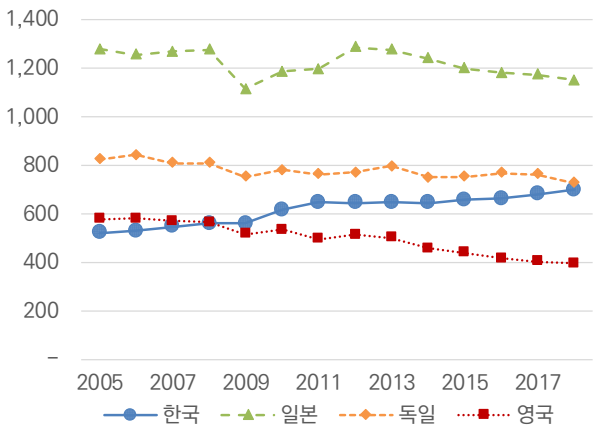
〈그림 3-4〉 서울시 에너지 부문 온실가스 배출 비중(2017)

(2) 온실가스 감축 성과 평가

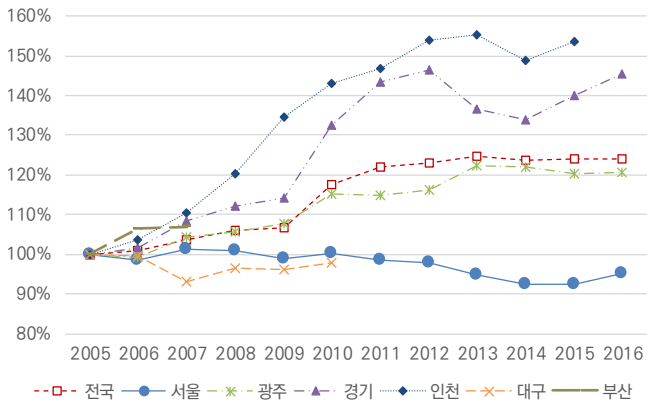
□ **우리나라 온실가스 배출량은 증가한 데 반해 서울시 배출량은 감소 추세가 두드러짐**

○ 우리나라는 2005년 독일에 비해 63.3%, 영국에 비해 90.2%의 온실가스를 배출하였으나, 2018년 독일과 거의 같은 수준의 배출량을 보이고 있으며, 영국에 비해서는 56.5%나 높은 배출량을 보임[16)]

○ 국가 온실가스 배출량은 2005년 561.8백만톤CO_2eq에서 2017년 709.1백만톤CO_2eq으로 26% 증가한 데 비해 서울시 배출량은 5.6% 감소. 타 주요 도시에 비해 감소 추세가 두드러짐[17)]



〈그림 3-5〉 주요 국가 온실가스 배출 추이



〈그림 3-6〉 주요 지자체 및 전국 온실가스 배출 추이

○ 건물 및 수송부문 보다 적극적인 온실가스 배출관리가 필요함

- 건물부문 중 주택부문은 2005년 대비 14% 감소한 데 반해 상업건물은 17% 증가함
- 공공건물이 차지하는 비중은 상대적으로 작지만 2005년 대비 9% 증가하여 우선적 노력 필요함

2) 에너지 수요 부문

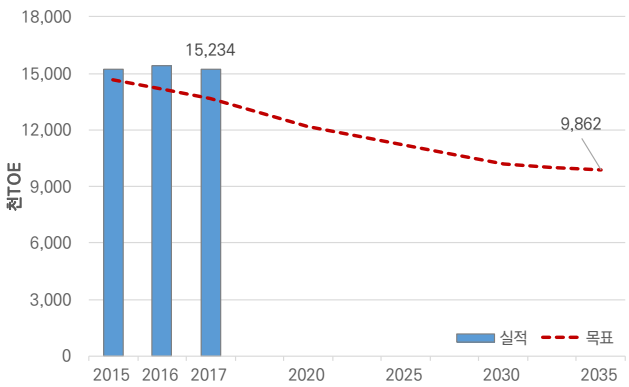
(1) 최종에너지 수요

□ **서울시 2017년 최종에너지 소비량 14,990천TOE**

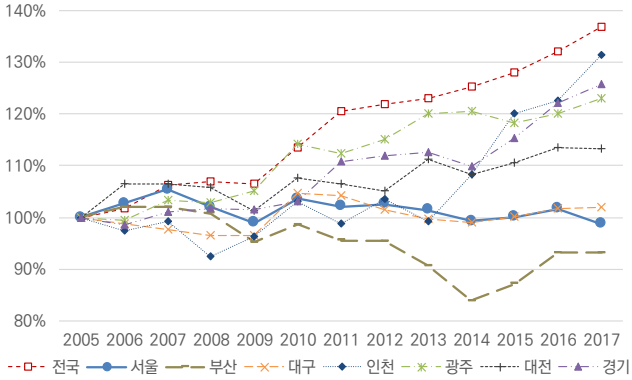
○ 가정상업 568천TOE 감소, 수송 142천TOE 감소, 산업 80천TOE 증가, 공공기타 부문 438천TOE 증가함

○ 2005년 대비 192천TOE(약 1.3%) 감소했으나 2017년 목표 수요 대비는 1,851천TOE(약 14%) 초과함

16) BP, 2019, Statistical Review of World Energy
17) 환경부, 2019, 2019년 국가 온실가스 인벤토리(1990~2017)



〈그림 3-7〉 서울시 최종에너지소비 목표 대비 실적



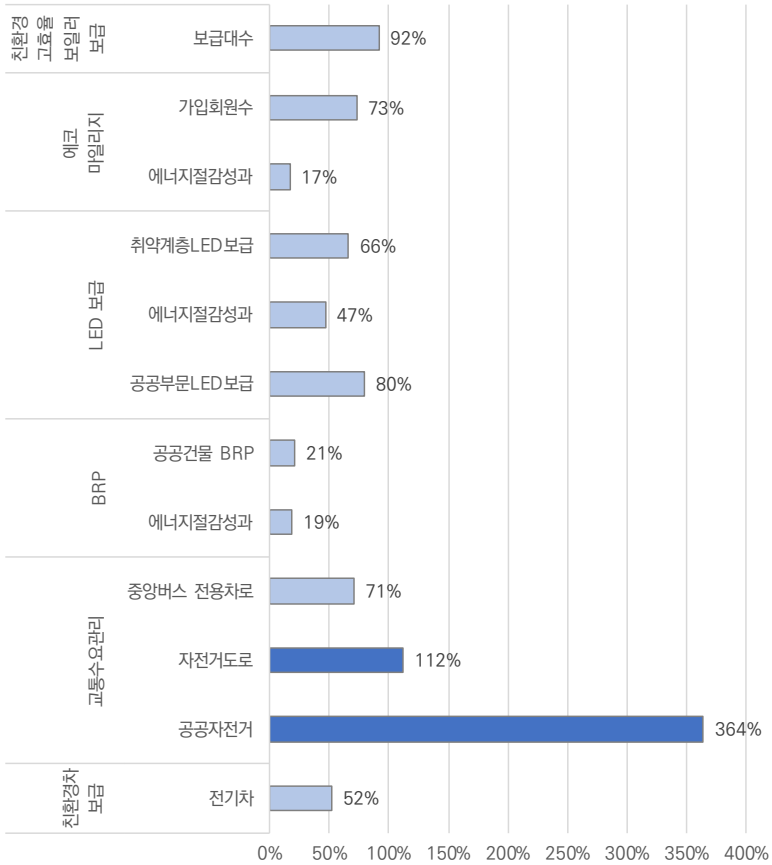
〈그림 3-8〉 주요 지자체 및 전국 최종에너지소비

(2) 수요관리 성과 평가

□ **서울시 2017년 최종에너지소비는 목표치를 초과했으나 자전거도로 확장, 공공자전거 보급에서는 큰 성과를 거둠**

○ 서울시 최종에너지 소비는 2017년 목표 대비 14% 초과하였지만, 전국과 타지역의 에너지 소비량과 비교하면 에너지소비량 증가는 크지 않으며 약간의 감소 추세를 보임

○ 특히, 자전거 인프라 확충은 목표를 넘어선 성과를 보였으며, 친환경 고효율 보일러 보급대수, 공공건물 LED, 중앙버스 전용차로는 목표를 거의 달성함



〈그림 3-9〉 에너지 수요관리 부문 세부사업별 성과

〈표 3-5〉 에너지 수요관리 부문 목표 및 성과

구분		단위	목표	실적	달성률
친환경 고효율보일러 보급	보급대수	대	202,000	185,431	92%
에코마일리지	가입회원수	명	2,800,000	2,045,421	73%
	에너지절감성과	TOE	607,000	102,302	17%
LED 보급	취약계층LED보급	천개	480	319	66%
		TOE	18,700	8,754	47%
	공공부문	천개	2,450	1,951	80%
BRP	공공건물 BRP	개소	150	32	21%
		TOE	5,600	1,053	19%
교통수요관리	중앙버스 전용차로	㎞	191	136	71%
	자전거도로	㎞	820	916	112%
	공공자전거	대	5,500	20,000	364%
친환경차 보급	전기차	등록대수대비, %	0.7%	0.4%	52%

□ 가정부문

○ 친환경고효율보일러 보급은 보급 대수로는 목표를 거의 달성했으나 에너지 절감 성과가 부족함

- 서울시는 2015년부터 전국 최초로 가정용 친환경 콘덴싱 보일러 설치 지원사업 실시하여 2015년부터 2018년까지 8,982대를 보급함. 같은 기간 홍보 등을 통해 민간부문에 171,625개의 친환경 콘덴싱 보일러가 보급됨[18)]

- 2008년부터는 중소사업장에 저녹스 버너를 보급하여 2018년까지 누적 4,824대를 보급하였으며 연간 36,385TOE의 에너지를 절감함

○ 에코마일리지의 경우 가입회원수는 다소 부족하나 에너지 절감량의 달성률이 크게 떨어짐

- 「제2차 지방녹색성장 추진계획」에 따르면 에코마일리지를 통해 2015년부터 2018년까지 총 607천 TOE의 에너지 절감 목표를 세웠으나 실제 절감량은 102,302TOE에 불과함. 특히, 2018년 한파와 폭염으로 인해 에너지 사용량이 3.7% 증가함(전력사용량은 전년 대비 0.53% 감소)

〈표 3-6〉 연도별 에코마일리지 회원 가입 현황

구 분	2015	2016	2017	2018
누계회원	1,718,849	1,874,249	1,983,192	2,045,421
개인회원(명)	1,688,384	1,833,601	1,928,332	1,980,058
단체회원(개소)	30,465	40,648	54,860	65,363
에너지 절감량 (절감률)	210,694 (4.5%)	8,444 (0.3%)	63,384 (1.4%)	-180,220 (-3.7%)

18) 서울시 내부자료, 2019

- 에코마일리지는 기준 사용량(최근 2년) 대비 6개월간 온실가스 배출량 5% 절감 이상 가구에 대해 마일리지를 지급하는 시민참여 온실가스 배출 저감 프로그램임. 장기적으로 에너지 절약에 한계가 있다는 점과 다양한 요인(세대원 수, 날씨 등)에 의해 에너지 사용이 크게 바뀔 수 있다는 단점이 있음. 이 때문에, 에코마일리지의 에너지 절약 목표를 적절하게 설정함과 동시에 시민들의 자발적인 에너지 절약 실천이 지속될 수 있도록 인센티브 제도개선이 이루어져야 할 필요 있음

□ 상업부문

○ 건물 BRP(Building Retrofit Projects)는 에너지 전체 건물부문 에너지 절감 목표량의 30%(859천TOE)로써 가장 큰 비중을 차지하고 있으나, 절감 실적은 267천TOE(주택 포함)에 그쳐 적극적인 대책 필요함

- 2015년~2018년 기간 동안 총 183,320개소에 BRP 사업을 진행함. 총사업비는 1조원 가량이며, 서울시 융자는 483억을 투자하여 약 267천TOE(4.8%)를 절감함

〈표 3-7〉 상업부문 BRP 추진현황

구 분	계	2015년	2016년	2017년	2018년
대상 (개소)	183,320	57,333	41,699	46,458	37,830
에너지사용량 (TOE/년)	5,566,163	1,003,489	2,176,954	1,236,553	1,149,167
에너지절감량 (TOE/년)	267,012	52,993	95,510	66,031	52,478
절감률 (%)	4.8	5.3	4.4	5.3	4.6

자료: 서울시 내부자료, 2019

○ 규제정책 도입을 통해 기축 민간건물(특히 에너지다소비건물)의 에너지 효율 강화 필요

- 에너지다소비건물은 서울시 건물부문 에너지 소비량의 12%를 차지하고 있어 이들 건물에 대한 보다 적극적인 대책 마련 필요함
- 현행 에너지 신고와 의무화 제도의 강화[19] 혹은 에너지소비총량제와 같은 보다 적극적인 규제정책을 통해 에너지다소비건물의 효율개선 확대 필요함
- 이와 더불어 2025년 신축건물에 대한 제로에너지건물(zero energy building, ZEB) 의무화가 예정되어 있으므로 제로에너지건물에 대한 기준 설정과 관리운영방안을 마련하여 실질적인 에너지 절감으로 지속될 수 있도록 해야 함

19) 에너지다소비사업장의 범위를 현재 2천TOE 이상 사업장에서 1,000TOE 또는 1,500TOE 이상 건물로 확대, 에너지 사용량이 전년 대비 과도하게(예, 10% 이상) 증가했다면 절감계획을 수립하여 제출토록 강제, 에너지 진단 결과에 따른 개선 명령 대상을 확대하고 이에 대한 강제력을 확보할 필요가 있음

□ 공공부문

○ 공공부문에서는 LED보급의 성과가 가장 좋았으며 다른 사업 성과는 다소 부진함

- 서울시는 2018년 12월 기준, 공공부문에 총 195만개의 LED를 보급해 이전 계획의 목표였던 245만개 대비 80%를 달성함
- 2015~2018년 기간 동안 공공건물 32개소에 대해 건물에너지효율화사업 실행하여 연간 약 1,053TOE(절감률 6.4%)를 절감하였으나 2018년도 목표 절감량인 5,600TOE에 비해 19% 그치는 달성률을 기록함

〈표 3-8〉 공공부문 BRP 추진현황

구 분	계	2015년	2016년	2017년	2018년
대상 (개소)	32	6	9	8	9
에너지사용량 (TOE/년)	16,369	1,768	9,363	4,628	610
에너지절감량 (TOE/년)	1,053	124	640	231	58
절감률 (%)	6.4	7	6.8	5	9.5

자료: 서울시 내부자료, 2019

○ 공공부문의 에너지 소비는 증가추세를 보이고 있어 에너지 효율을 강화할 필요가 있음

- 공공부문 LED 확대(특히 옥외조명), 공공데이터 센터 효율 개선, 물순환센터 등과 같은 기반시설의 에너지효율화 필요함
- 서울시 3,000㎡ 미만의 중소형 공공건물(1,000여 개)은 에너지 진단 의무대상에 포함되어 있지 않아 이에 대한 대책 마련이 필요

□ 수송부문

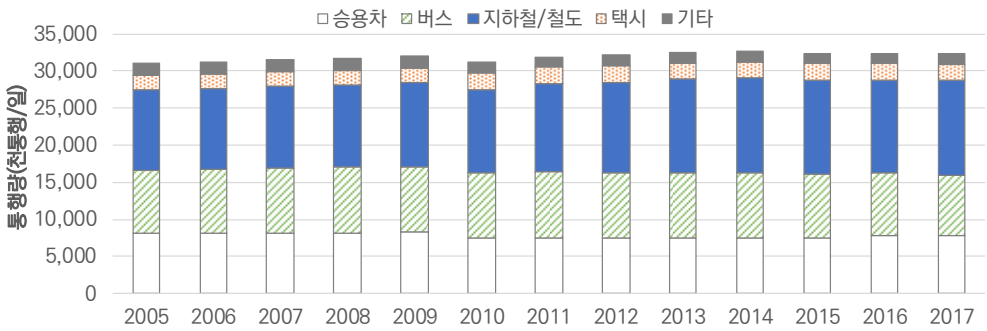
○ 에너지 수요 부문에서 교통수요관리 부문의 성과가 가장 두드러짐

- 하지만 「제4차 지역에너지계획」에서 가장 큰 감축 수단으로 제시된 드라이빙 마일리지제도(주행거리에 따라 자동차 할인 적용하는 제도)와 친환경운전 안내장치 부착 등은 실행력을 담보하기 어려울 뿐 아니라 자료 확보 및 계량화 어려움

○ 서울시 하루 평균 통행량은 2014년 대비 2017년 다소 줄었지만, 승용차 통행량 분담률은 증가하여 보다 적극적인 승용차 대책 마련 필요함[20)]

- 2014년 일평균 총통행량은 32,690천통행/일에서 2017년 32,287천통행/일로 1.2% 감소함. 버스는 같은 기간 동안 통행량 분담률이 27%에서 25.1%로 감소하고 지하철과 철도는 39%에서 39.9%로 증가, 택시는 6.8%에서 6.5%로 감소함

20) http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)



〈그림 3-10〉 서울시 1일 교통수단별 통행 현황

○ 중앙버스 전용차로는 2018년 현재 13개 구간 135.6㎞의 도로에 운영 중임

- 2018년도 목표인 191㎞보다 55.4㎞ 낮은 현황으로 71% 달성률을 기록함

〈표 3-9〉 중앙버스 전용차로 운영 현황

기간	2014		2015		2016		2017		2018	
구분	구간(개)	거리(㎞)	구간(개)	거리(㎞)	구간(개)	거리(㎞)	구간(개)	거리(㎞)	구간(개)	거리(㎞)
계	13	124.3	13	126.1	13	126.1	13	130.8	13	135.6
전일제	12	117.5	12	119.3	12	119.3	12	121.1	12	128.8
기타	1	6.8	1	6.8	1	6.8	1	6.8	1	6.8

자료: http://news.seoul.go.kr/traffic/(서울시 홈페이지 교통부문)

○ 자전거도로 확장과 공공자전거 운영의 달성률은 각각 112%와 364%로 목표 초과 달성함

- 서울시 자전거도로는 꾸준히 증가하여 2018년 916㎞를 기록해 목표인 820㎞를 넘어 96㎞를 초과 달성함

- 공공자전거는 크게 성장하여 2018년 20,000여 대의 공공자전거가 운영되었으며, 대여 건수는 1,682만건에 달함. 회원 수는 109만 명으로 2015년 대비 30배 이상 증가하여 공공자전거 이용이 크게 활성화됨. 이는 2018년도 목표치인 공공자전거 5,500대에 비해 3.6배 초과 달성한 성과임

〈표 3-10〉 서울시 자전거도로 및 공공자전거 현황

구분(누적)	2015년	2016년	2017년	2018년
자전거도로	778.8㎞	868.7㎞	888.7㎞	916.0㎞
자 전 거	2,000대	5,600대	20,000대	20,000대
대여건수	11만건	172만건	676만건	1,682만건
회 원 수	3만4천명	21만1천명	59만 8천명	109만 3천명

자료: http://news.seoul.go.kr/traffic/(서울시 홈페이지 교통부문)

○ 2018년 등록된 전기차는 11,423대로 서울시 총 등록대수(312만 대) 대비 약 0.37%에 불과함

- 충전 인프라 및 친환경 차량에 대한 인센티브(주차, 통행료, 세금 감면 등) 확대가 필요함

3) 에너지 공급 부문

□ **2018년 서울시 전력생산량은 2.1GWh로 목표의 33%를 달성**

○ 2018년 서울시 전력생산량 목표는 6.4GWh에서 4.3GWh 미달한 상황

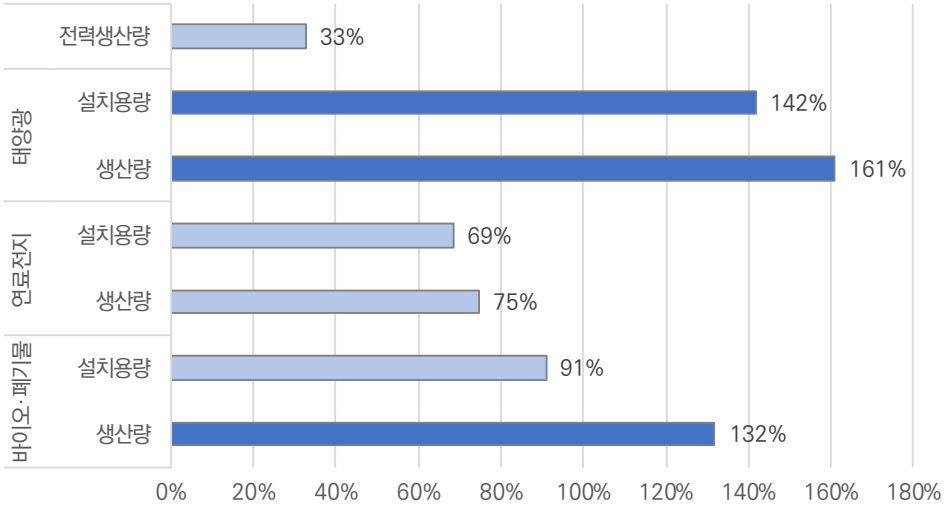
- 2020년 예정되었던 마곡 CHP 완공이 지연되어 전력자립률 목표달성에 차질 발생(↓2.4%)
- 발전용 연료전지 200㎿ 부진(현재 152㎿, 110㎿는 발전사업허가 단계)
- 2019년 하반기 서울복합화력(800㎿) 준공 예정되어 전력자립률 제고 예상됨(6~8%)

□ **2017년 기준 서울시 신재생에너지 생산량은 624.7천TOE이나 같은 해 목표에는 다소 미달[21)]**

○ 신재생에너지 생산량은 2013년~2017년 기간 동안 매년 23% 증가

○ 「제4차 지역에너지계획」의 최종에너지 대비 신재생에너지 발전 비중 목표는 2020년 10%, 2035년 16%로 설정되어 있음

○ 태양광의 실적이 두드러지나 발전량이 큰 연료전지의 달성률은 저조한 편



〈그림 3-11〉 에너지 공급 부문 세부사업별 성과

〈표 3-11〉 에너지 공급 부문 목표 및 성과

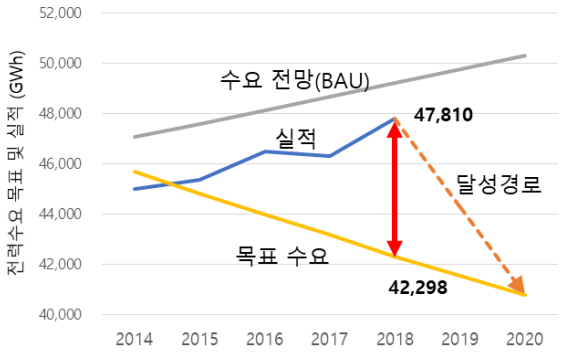
구분		단위	목표	실적	달성률
합계	전력생산량	GWh	6.4	2.1	33%
태양광	설치용량	MW	144	204	142%
	생산량	GWh	148	238	161%
연료전지	설치용량	MW	207	141.8	69%
	생산량	GWh	1,632	1,219.7	75%
바이오·폐기물	설치용량	MW	19.7	17.9	91%
	생산량	GWh	83.3	109.8	132%

21) 서울시 기준은 법정 신재생에너지원(태양광, 폐기물, 바이오 등)과 미활용에너지 및 분산형 발전원을 포함함

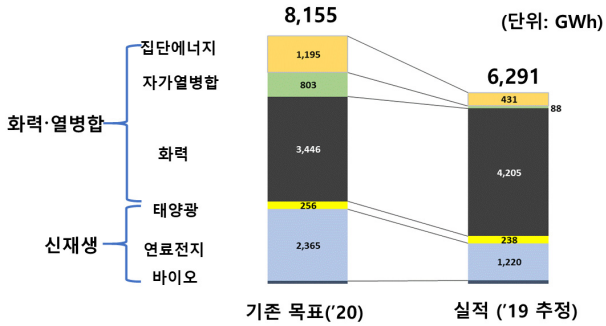
□ 전력자립률

○ 에너지살림도시(2014) 및 「제4차 지역에너지계획」의 전력자립률 목표는 2020년 20%이지만 2018년 현황은 4.4%에 그침[22)]

○ 2018년 전력 수요는 47,810GWh로 「제4차 지역에너지계획」 목표 수요인 42,298GWh에 비해 약 13%(5,512GWh)를 초과함[23)]



〈그림 3-12〉 전력수요 목표 및 실적



〈그림 3-13〉 서울시 전력생산 목표 및 실적

○ 서울시는 효율화와 절약을 통해 2018년 약 8,693GWh를 감축하였으며, 이는 2018년 목표(6,923GWh) 대비 1,770GWh를 초과 달성한 수준임

- 서울시 전력 수요 자체는 목표 수요에 비해서 증가하였지만 국가·타 지자체 전력수요와 비교해 보면 상당히 낮은 수준임. 2011년~2017년 동안 서울의 전력 수요는 약 1% 감소한 데 비해 전국의 전력수요는 약 12% 증가함

○ 전력자립률 목표 달성 실패 요인은 수요관리 정책의 실행 부진과 기상요인 및 경제 조건 등과 같은 외부 요인이 복합적으로 작용한 결과

- 특히, 전력수요는 단기적으로 경제요인과 기상요인의 영향을 많이 받는데, 2017~2018년 폭염과 한파는 서울시 단기 전력수요에 큰 영향을 미친 것으로 추정됨

□ 신재생에너지 생산

○ 2017년 서울시 신재생에너지 생산량은 624.7천TOE로 최종에너지 대비 4.2% 수준임[24)]

- 생산량으로는 「4차 지역에너지계획」 목표 대비 82% 달성

○ 태양광은 설치용량과 생산량 모두 목표 초과 달성

- 2018년 말 기준 204㎿ 보급하여 같은 해 「제4차 지역에너지계획」 목표인 144㎿를 넘어섬

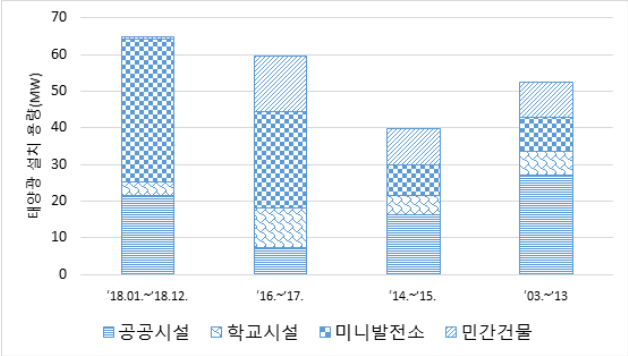
---

22) 전력생산량은 실제 전력생산량이 아니라 설비의 평균가동률을 기준으로 산정한 전력생산량임, 예를 들어 태양광은 3.2시간/일, 연료전지 가동률 90%, 열병합발전 40%, 서울화력 60%. 이러한 방법은 실제 생산량과는 차이가 있지만, 이들 설비의 가동률이 국가정책과 시장 상황(발전원가 중심 급전 순위 방식)에 따라 제한되기 때문에 평균가동률을 이용하여 발전량을 산정함

23) 서울시 내부자료. 2019

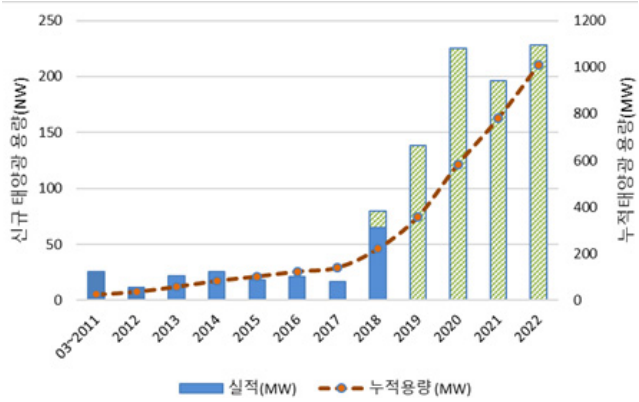
24) 태양광, 연료전지, 미활용에너지는 설비의 표준 생산량을 기준으로 산정함

- 공공건물과 미니발전소가 전체 태양광 용량의 71% 차지함
- '태양의 도시, 서울(2017)' 선언 이후 2018년 한 해에만 52㎿의 태양광이 설치되었는데, 이는 2017년 대비 두 배가량 증가한 용량임. 특히, 베란다 태양광은 2018년 41,704개가 설치되어 전년 대비 (2017년 18,605개) 2배 이상 증가함
- 서울시의 적극적인 태양광 지원 정책으로 「제4차 지역에너지계획」 상의 보급목표는 달성되었으나, 향후 '태양의 도시, 서울' 의 도전적 목표를 앞두고 있어서 보다 적극적인 보급정책 필요



자료: 서울시 내부자료, 2019

〈그림 3-14〉 서울시 부문별 태양광 발전시설 보급현황



〈그림 3-15〉 서울시 태양광 보급현황 및 '태양의 도시, 서울' 목표

○ 연료전지는 2018년 141.8㎿가 보급되어 목표의 69%에 그침

- 보급용량 중 발전소(민자)가 7개소 139.1㎿, 가정용 423개소 434㎾, 건물형 102개소 2.3㎿로 발전용 연료전지가 가장 큰 비중을 차지하고 있음
- 정부의 수소 정책에도 불구하고 서울시는 주민 민원, 부지확보, 파이낸싱 문제로 대규모 연료전지에 대한 사업성이 어려운 상황
- 현재 계획되어 있는 연료전지 사업의 진행을 촉진하고, 향후 중소형·건물형 연료전지 확대에 중점을 둘 필요가 있음

○ 바이오 및 폐기물 에너지의 보급 현황은 목표에 근접하며 생산량은 목표를 웃돌음

- 그러나 국제적인 기준에서 재생에너지로 볼 수 없는 에너지원으로 에너지 생산량 대비 신재생에너지 비중을 파악할 시 고려가 필요함

4) 저탄소 경제부문

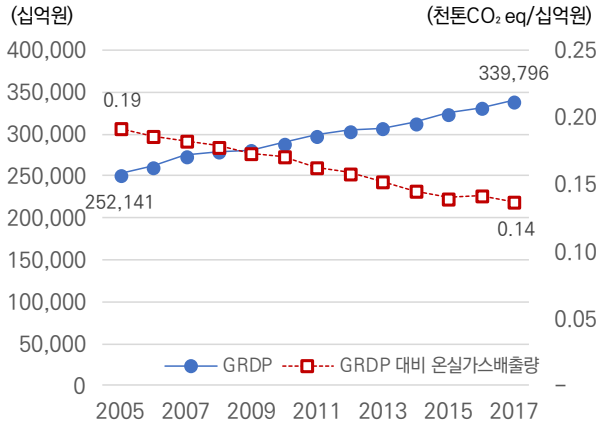
□ 지역내총생산과 온실가스 배출

○ 서울의 지역내총생산(GRDP, Gross Regional Domestic Product)은 꾸준한 증가추세를 보이는 반면, 지역내총생산 대비 온실가스 배출량은 지속적으로 감소하고 있음

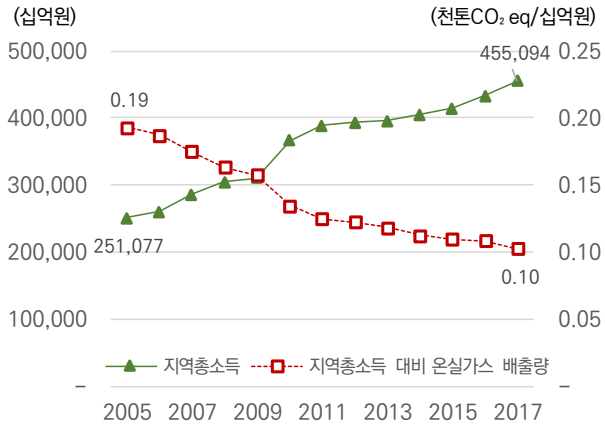
- 2005년 252,141십억원이었던 지역내총생산은 2017년 339,796십억원으로 증가

- 온실가스 배출량은 2005년 대비 2017년에 4% 감소했지만 지역내총생산 당 배출량은 28% 감소하여 생산의 효율성이 증가하고 있는 것으로 추측됨

○ 지역총소득을 살펴보았을 때도 소득은 지속적으로 증가하는 반면 소득 대비 온실가스 배출은 줄어드는 추세를 보임



〈그림 3-16〉 서울시 지역내총생산 대비 온실가스 배출 추이



〈그림 3-17〉 서울시 지역총소득 대비 온실가스 배출

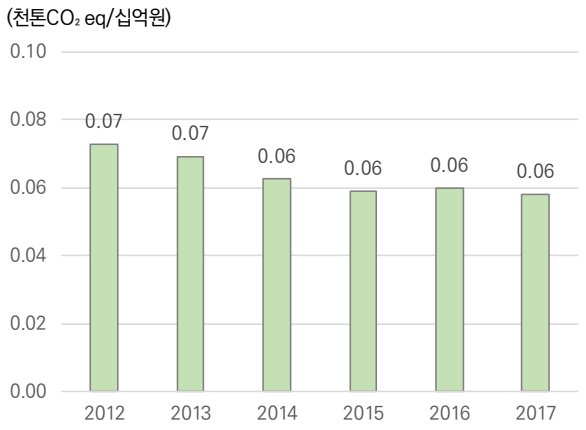
〈표 3-12〉 서울시 지역내총생산 및 총소득 대비 온실가스 배출량

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GRDP (조원)	252	262	274	279	281	290	299	304	307	314	325	332	340
지역총소득 (조원)	251	260	286	305	310	367	389	394	395	405	415	433	455
온실가스 배출량 (천톤CO_2eq)	48,445	48,776	50,083	49,929	48,841	49,496	48,672	48,311	46,817	45,673	45,646	46,986	46,685
GRDP당 온실가스 배출량 (천톤CO_2eq /십억원)	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
지역총소득 대비 온실가스 배출량 (천톤CO_2eq /십억원)	0.19	0.19	0.17	0.16	0.16	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10

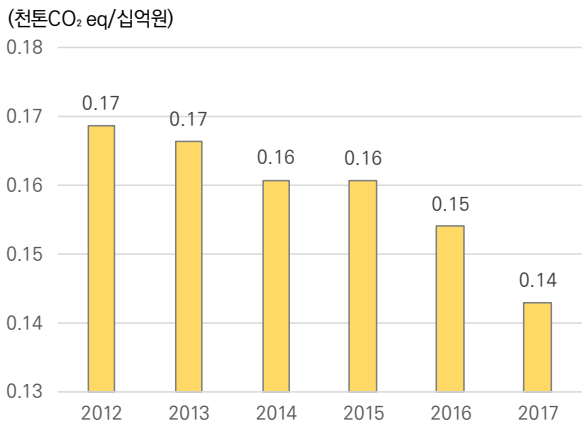
□ 소득과 부문별 온실가스 배출

○ 개인소득 대비 가정부문의 온실가스 배출량과 개인소득 외 소득 대비 비가정부문 온실가스 배출량 모두 하향세를 보임

- 개인소득 대비 가정부문 배출량은 2012년 대비 2017년에 20% 감소한 반면 개인소득 외 소득 대비 비가정부문 배출량은 15% 감소하여 감소폭은 개인소득 대비 가정부문이 조금 더 큼



〈그림 3-18〉 개인소득 대비 가정부문 온실가스 배출량



〈그림 3-19〉 개인소득 외 소득 대비 비가정부문 온실가스 배출량

〈표 3-13〉 소득 대비 가정 및 비가정부문 온실가스 배출량

년도	가정부문 온실가스 배출량 (천톤CO2eq)	개인소득 (십억원)	개인소득 대비 가정부문 온실가스 배출량 (천톤CO2eq/십억원)	비가정부문 온실가스 배출량 (천톤CO2eq)	개인소득외 소득 (십억원)	개인소득 외 소득 대비 비가정부문 온실가스 배출량 (천톤CO2eq/십억원)
2012	13,747	188,636	0.07	34,564	204,939	0.17
2013	13,513	195,053	0.07	33,304	200,249	0.17
2014	12,407	197,825	0.06	33,266	206,941	0.16
2015	12,233	206,577	0.06	33,413	207,986	0.16
2016	12,530	208,803	0.06	34,456	223,728	0.15
2017	12,611	216,631	0.06	34,074	238,463	0.14

주: 개인소득은 가계 및 가계에 봉사하는 비영리단체 총처분가능소득을 의미
개인소득 외 소득은 지역총소득에서 개인소득을 제외한 소득을 의미

□ 녹색산업 경제규모

○ 2018년 기준으로 환경산업에 종사하는 전국 사업체 수와 종사자 수, 매출액 등에 관한 현황은 다음 표와 같음

- 이 통계표는 전체 종사자수와 환경부문의 매출액이 한국표준산업분류에 따라 정리되어있음

○ 종사자수 대비 환경부문 종사자수가 많은 업종은 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업, 가구제조업, 소매업이 있으며 환경부문 매출액 비중이 높은 업종은 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술서비스업과 농업임

- 전국 환경산업의 사업체수는 도소매업, 기타 기계 및 장비 제조업이 가장 많으며 종사자 수로는 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업과 기타 기계 및 장비 제조업이 많음

- 전체 매출액 대비 환경부문 매출액을 보면 농업과 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업은 100% 가까운 숫자를 기록하지만 그 외의 업종은 절반 내외 혹은 그 이하의 비율을 차지함

〈표 3-14〉 전국 환경산업분류별(업종) 사업체 수, 종사자 수 및 매출액(2018년)

산업분류	사업체수 (개소)	종사자수 (명)	환경부문 종사자수 (명)	매출액 (백만원)	환경부문 매출액 (백만원)
계	58,235	1,147,797	447,544	660,610,616	99,702,978
농업, 임업 및 어업(01~03)	187	2,065	896	303,567	201,219
01. 농업	67	685	254	66,914	66,897
02. 임업	97	1,197	583	235,483	133,151
03. 어업	23	183	60	1,171	1,171
광업 지원 서비스업(08)	3	5	4	1,256	62
제조업(10~34)	18,179	449,236	169,250	339,527,210	59,473,785
10. 식료품 제조업	188	1,409	770	3,382,778	275,145
11. 음료 제조업	50	2,589	1,214	3,119,995	1,565,835
13. 섬유제품제조업; 의복제외	533	6,218	3,649	2,282,708	937,308
14. 의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	455	3,578	1,906	2,021,424	769,650
16. 목재 및 나무제품 제조업; 가구제외	268	1,105	1,053	304,751	168,287
17. 펄프, 종이 및 종이제품 제조업	83	2,114	564	1,005,985	423,055
19. 코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	196	1,947	835	2,544,233	668,240
20. 화학물질 및 화학제품제조업; 의약품 제외	1,925	81,883	18,294	73,334,133	13,984,067
22. 고무제품 및 플라스틱제품 제조업	1,920	44,314	21,496	45,899,310	6,665,609
23. 비금속광물제품 제조업	892	22,438	7,802	23,616,861	2,679,944
24. 1차 금속 제조업	122	3,206	1,533	10,003,190	2,633,970
25. 금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1,031	15,285	7,518	5,786,359	2,243,646
26. 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	225	9,346	2,723	4,809,378	258,667
27. 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	1,552	18,732	8,034	6,017,543	2,375,383
28. 전기장비 제조업	1,875	39,042	17,313	31,351,916	4,680,694
29. 기타 기계 및 장비 제조업	5,616	119,528	45,174	78,141,415	13,544,372
30. 자동차 및 트레일러 제조업	856	74,074	27,172	45,398,546	5,317,585
32. 가구 제조업	125	871	841	247,167	141,607
33. 기타 제품 제조업	267	1,557	1,359	259,518	140,721
전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업(35)	163	2,162	558	3,271,156	964,136
하수·폐기물처리, 원료재생 및 환경복원업(36~39)	2,633	35,060	23,357	14,118,486	4,152,431
36. 수도사업	164	4,511	2,485	3,086,968	925,587
37. 하수, 폐수 및 분뇨 처리업	841	10,143	8,457	3,816,297	124,916
38. 폐기물수집운반, 처리 및 원료재생업	1,542	17,767	10,519	5,782,487	2,974,141
39. 환경정화 및 복원업	86	2,639	1,897	1,432,734	127,786

〈표 계속〉

산업분류	사업체수 (개소)	종사자수 (명)	환경부문 종사자수 (명)	매출액 (백만원)	환경부문 매출액 (백만원)
건설업(41~42)	9,190	170,986	72,717	63,777,392	14,782,942
41. 종합 건설업	3,926	93,969	31,945	32,226,775	7,452,620
42. 전문직별 공사업	5,264	77,017	40,772	31,550,617	7,330,322
도매 및 소매업(45~47)	12,783	39,236	36,911	12,883,112	4,818,277
46. 도매 및 상품중개업	6,215	25,616	23,880	8,960,641	2,887,132
47. 소매업; 자동차 제외	6,568	13,619	13,031	3,922,471	1,931,145
출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업(58~63)	3,081	54,533	14,051	14,144,767	210,544
58. 출판업	1,811	30,504	7,323	9,306,492	174,942
62. 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	1,270	24,029	6,729	4,838,275	35,602
보험 및 연금업(65)	1,116	17,224	9,145	6,153,547	223,419
전문, 과학 및 기술 서비스업(70~73)	8,066	257,521	76,357	188,156,084	11,006,088
70. 연구개발업	1,575	86,650	27,557	152,144,250	5,427,024
71. 전문서비스업	1,462	16,289	4,998	5,778,419	1,004,760
72. 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	4,196	151,635	40,855	29,860,273	4,328,284
73. 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	833	2,946	2,946	373,142	246,020
사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업(74~76)	2,518	109,381	39,705	16,823,319	3,294,374
74. 사업시설 관리 및 조경 서비스업	1,971	107,856	38,659	16,076,176	3,052,942
76. 임대업; 부동산 제외	547	1,525	1,047	747,143	241,432
공공행정(84)	31	5,918	1,216	995,716	355,054
창작, 예술 및 여가관련 서비스업(90)	155	3,845	3,106	410,574	197,211
협회 및 단체(94)	130	625	270	44,430	23,436

자료: 환경부, 2019, 2018년 기준 환경산업통계조사보고서

○ 전국 환경산업 중 서울과 관련이 높은 업종의 추이를 살펴보면, 환경부문 종사자수와 매출액 모두 하락세를 보임

- 2014년 대비 2018년 종사자수 성장세가 가장 두드러지는 업종은 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업, 환경정화 및 복원업, 출판업이며 종사자수가 가장 많이 줄어든 업종은 협회 및 단체와 수도사업임
- 2014년 대비 2018년 매출액 성장세는 자동차를 제외한 소매업이 359%로 압도적으로 높으며 이어서 전문서비스업 176%, 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업 72%로 성장함
- 20개의 업종 중 13곳의 매출액이 하락했으며 가장 크게 매출액이 줄어든 업종은 하수, 폐수 및 분뇨 처리업임

〈표 3-15〉 전국 환경부문 종사자수 추이

(단위: 명)

산업분류	2014	2015	2016	2017	2018
36. 수도사업	8,892	5,211	4,300	2,782	2,485
37. 하수, 폐수 및 분뇨 처리업	7,777	6,000	6,024	8,385	8,457
38. 폐기물수집운반, 처리 및 원료재생업	18,483	12,180	15,385	11,240	10,519
39. 환경정화 및 복원업	292	1,535	1,617	827	1,897
41. 종합 건설업	46,533	41,259	45,966	32,656	31,945
42. 전문직별 공사업	26,659	36,802	27,958	39,416	40,772
46. 도매 및 상품중개업	17,012	20,774	20,601	17,724	23,880
47. 소매업; 자동차 제외	7,473	17,031	14,471	6,790	13,031
58. 출판업	1,607	5,742	10,425	7,781	7,323
62. 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	776	5,004	2,956	3,676	6,729
65. 보험 및 연금업	8,111	9,097	3,687	13,012	9,145
70. 연구개발업	21,707	17,620	21,679	24,707	27,557
71. 전문서비스업	1,723	1,893	9,809	5,934	4,998
72. 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	69,621	53,422	44,612	37,455	40,855
73. 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	1,539	2,551	2,571	2,961	2,946
74. 사업시설 관리 및 조경 서비스업*	43,112	29,742	34,584	49,270	39,705
76. 임대업; 부동산 제외	2,177	4,141	3,992	2,282	1,047
84. 공공행정	4,023	4,632	2,732	1,262	1,216
90. 창작, 예술 및 여가관련 서비스업	3,529	3,262	2,243	2,448	3,106
94. 협회 및 단체	2,202	799	2,231	497	270
합 계	293,248	278,697	277,843	271,105	277,883

자료: 환경부, 개별년도, 환경산업통계조사보고서

주: * 기존 '사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업'에서 2018년부터 임대업 분리하여 통계 작성

** 부동산 제외

〈표 3-16〉 전국 환경부문 매출액 추이

(단위: 십억원)

산업분류	2014	2015	2016	2017	2018
36. 수도사업	10,034	1,634	2,580	1,068	926
37. 하수, 폐수 및 분뇨 처리업	1,512	1,450	999	2,673	125
38. 폐기물수집운반, 처리 및 원료재생업	1,996	2,968	2,815	2,814	2,974
39. 환경정화 및 복원업	294	207	348	147	128
41. 종합 건설업	11,351	13,402	13,084	11,336	7,453
42. 전문직별 공사업	4,671	4,772	5,017	6,469	7,330
46. 도매 및 상품중개업	4,142	3,795	4,293	4,377	2,887
47. 소매업; 자동차 제외	421	1,618	1,259	312	1,931
58. 출판업	315	286	731	423	175
62. 컴퓨터 프로그래밍, 시스템 통합 및 관리업	166	269	127	396	36
65. 보험 및 연금업	1,037	300	685	591	223
70. 연구개발업	4,411	3,800	4,504	4,795	5,427
71. 전문서비스업	364	555	1,340	537	1,005
72. 건축기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업	5,481	5,530	4,065	5,173	4,328
73. 기타 전문, 과학 및 기술 서비스업	143	175	231	202	246
74. 사업시설 관리 및 조경 서비스업*	2,768	2,017	2,350	2,332	3,294
76. 임대업; 부동산 제외	381	761	715	397	241
84. 공공행정	1,391	2,309	1,819	295	355
90. 창작, 예술 및 여가관련 서비스업	259	291	135	428	197
94. 협회 및 단체	102	61	491	23	23
합 계	51,241	46,199	47,589	44,789	39,305

자료: 환경부, 개별년도, 환경산업통계조사보고서

주: * 기존 '사업시설 관리, 사업 지원 및 임대 서비스업'에서 2018년부터 임대업 분리하여 통계 작성

** 부동산 제외

제 4 장
서울시 여건과 온실가스 현황

가. 서울시 일반 현황

나. 서울시 경제 여건

다. 에너지 및 온실가스 현황

04 서울시 여건과 온실가스 현황

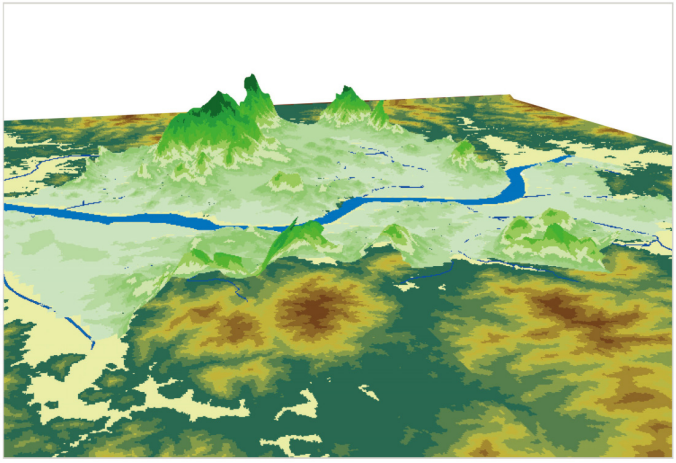
가. 서울시 일반 현황

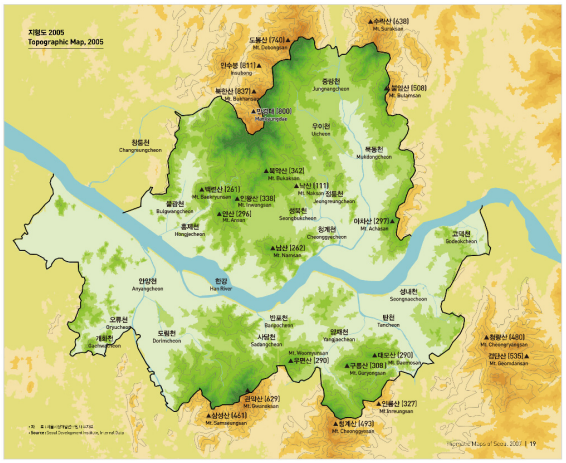
1) 서울시 일반현황[25)]

□ 지형 및 지리적 여건

○ 한반도 서측 중앙부에 위치한 서울의 면적은 605㎢로 도시 중심부의 동서 방향으로는 한강이 흐르고 있으며, 산악에 둘러싸인 분지지형을 이루고 있음

○ 행정경계를 중심으로 북쪽으로는 북한산, 도봉산, 동북쪽으로는 수락산, 불암산, 남쪽으로는 관악산과 청계산이 경기도와 경계를 이루며, 이들 산지 사이를 한강의 지류인 청계천, 중랑천, 불광천, 안양천, 탄천, 양재천 등이 흐르고 있음





자료: http://data.si.re.kr(서울연구데이터서비스)

〈그림 4-1〉 서울의 지형

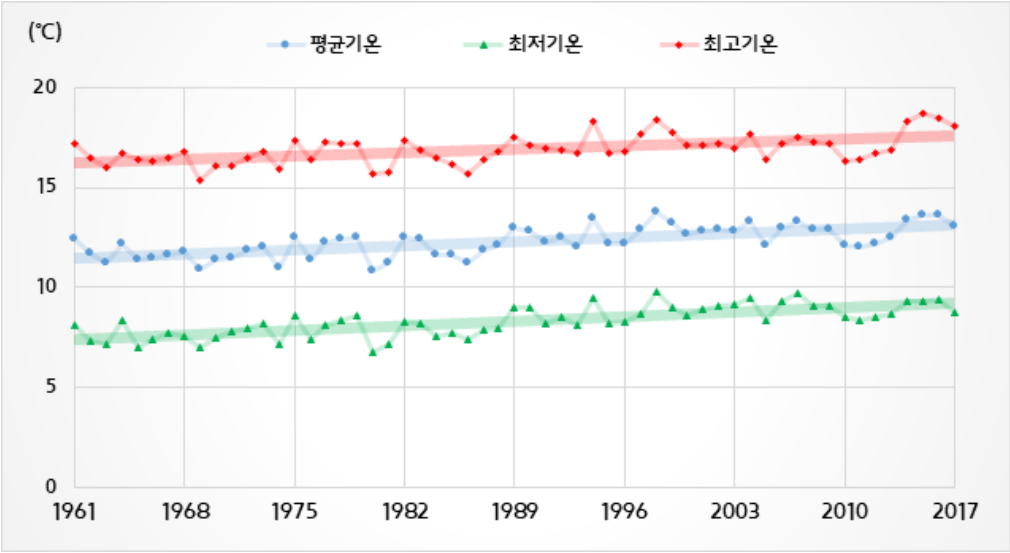
□ 기온

○ 서울기상대(종로구 송월동 소재)에서 측정한 평년 기후 자료(1961~2017년)에 따르면, 서울의 연평균 기온은 12.3℃, 상대습도는 65.6%, 연강수량 1,399.3mm, 연평균 풍속 2.4㎧로 나타남

○ 처음 기록된 10년(1908~1917년) 기간 연평균 기온은 10.6℃, 마지막 10년(2008~2017년) 동안 12.8℃로 2.2℃ 높아져 상승 경향이 뚜렷함

25) 서울시, 2017, 2차 수도권대기환경관리 기본계획 변경에 따른 서울특별시 시행계획 변경수립 보고서 재인용

○ 연평균 최고기온의 경우에는 1908년부터 1917년에는 16.0℃, 1998년부터 2007년에는 17.4℃로 1.4℃ 상승, 연평균 최저기온은 1908년부터 1917년에는 5.9℃, 1998년부터 2007년에는 8.9℃ 수준으로 3.0℃ 상승하여 연평균 최저기온이 가장 크게 변화하고 있음



〈그림 4-2〉 서울시 기온 변화(1961~2017)

□ 강수량

○ 강수량은 최근 10년(2008~2017년) 기간 평균 약 1,387.9㎜ 수준이며, 이 가운데 7~9월의 강수량이 1년 강수량의 약 65% 정도 3개월에 집중됨

○ 연평균 상대습도는 감소하고 있으며, 다소 건조한 상태를 유지[26]

〈표 4-1〉 서울시 도시기후 변화 비교

구분	기온(℃)			강수량 (mm)	일조시간 (h)	상대습도 (%)	평균풍속 (㎧)
	평균	최고	최저				
1960년대(1961~1970)	11.6	16.4	7.5	1,495.7	2,114.2	70	2.4
1970년대(1971~1980)	11.8	16.7	7.9	1,216.2	2,000.2	69	2.5
1980년대(1981~1990)	12.0	16.6	8.0	1,364.8	2,209.5	67	2.5
1990년대(1991~2000)	12.7	17.3	8.7	1,452.4	2,133.2	65	2.2
2000년대(2001~2010)	12.8	17.1	9.1	1550.2	1,856	62	2.3
2010년대(2011~2017)	12.9	17.7	8.9	1273.6	2,433	59	2.6

자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

26) 최근 10년간 인천의 평균 강수량은 1,402.3㎜, 수원 1,492.6㎜ 수준임

□ 인구

○ 25개 자치구로 이루어진 서울시는 2017년 현재 전 국토 면적의 0.6%(605㎢)에 불과하지만 인구는 9,857천 명으로 전국 인구의 약 19.0% 비중을 나타내고 있음

○ 이러한 서울시 인구수는 1999년~2017년 동안 증가와 감소를 반복하여 왔으나, 여전히 전국에서 가장 높은 인구밀도를 보이고 있음

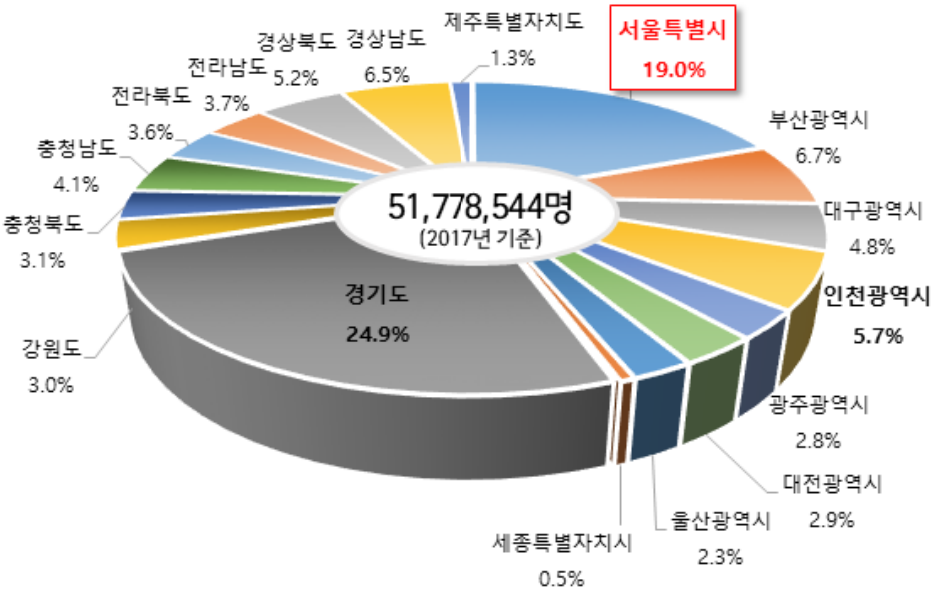
〈표 4-2〉 수도권 인구밀도 비교(2017)

구분	전국	서울특별시	인천광역시	경기도	수도권
총 인구(인)	51,778,544	9,857,426	2,948,542	12,873,895	25,679,863
행정구역(㎢)	100,210	605	1,029	10,171	11,805
인구밀도(인/㎢)	517	16,293	2,865	1,266	20,424

주: 주민등록인구 기준
자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

○ 2017년 기준 광역 지방자치단체별 인구 비율을 비교할 경우 경기도가 24.9%로 가장 많은 비율을 차지하고, 다음으로 서울이 19.0%, 인천 5.7% 비중의 인구 비율을 나타내고 있음

○ 전국 인구의 약 49.6% 비율이 수도권 지역(서울, 인천, 경기)에 집중되어 도시화의 진행속도가 가장 빠르게 진행되고 있는 것으로 나타남



자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

〈그림 4-3〉 전국 시도별 인구 비율

○ 전국 및 서울시의 가구당 인구수를 비교하면, 전국의 평균 가구당 인구수는 1995년 가구당 3.24명 이었으나 계속 감소하여 2017년에는 가구당 2.39명 수준으로 감소

○ 서울의 경우 전국 평균 보다 작은 수준으로 1995년 3.09명, 2017년 2.34명으로 나타남

○ 이는 서울시와 같은 대도시의 경우 핵가족화와 저출생 경향, 그리고 1인 가구 증대 등의 영향인 것으로 추정

〈표 4-3〉 수도권 인구밀도 비교(2017)

(단위: 명/가구)

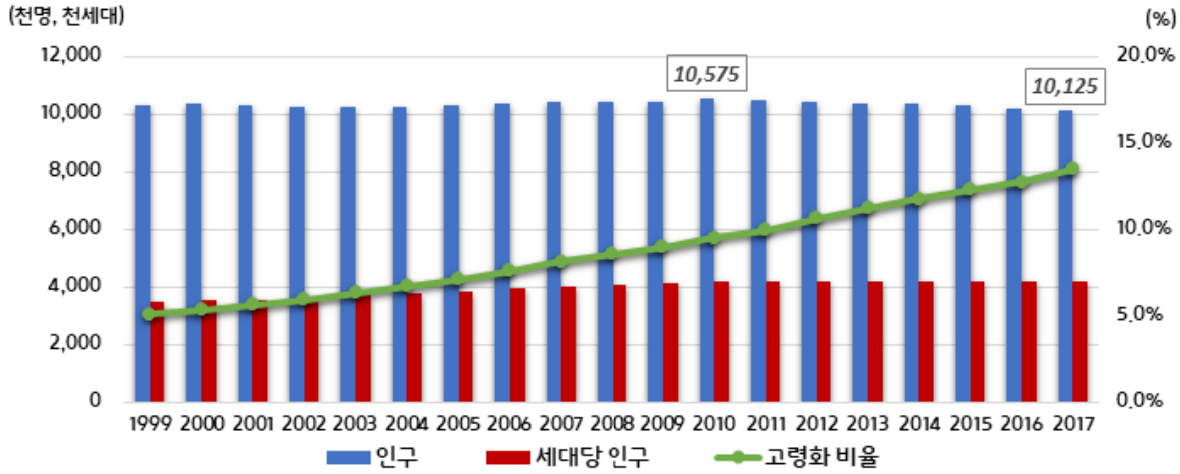
구 분	1995년	2000년	2005년	2010년	2015년	2017년
전국	3.24	3.03	2.73	2.54	2.45	2.39
서울시	3.09	2.91	2.63	2.44	2.39	2.34

자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

○ 서울에서 65세 이상 고령자 인구가 1990년 368천명에서 2017년 1,359천명으로 3.7배 정도 증가함

○ 전체 인구 대비 고령자 인구 비율은 13.8%로 고령화 사회 기준인 7%를 넘어서고 있음[27)]

○ 서울시 노령화 지수 역시 1995년 20.5%, 2000년 29.1%, 2005년 42.9%, 2010년 69.9%, 2017년 121.5% 수준으로 노령화 속도가 빨리 진행됨[28)]



자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

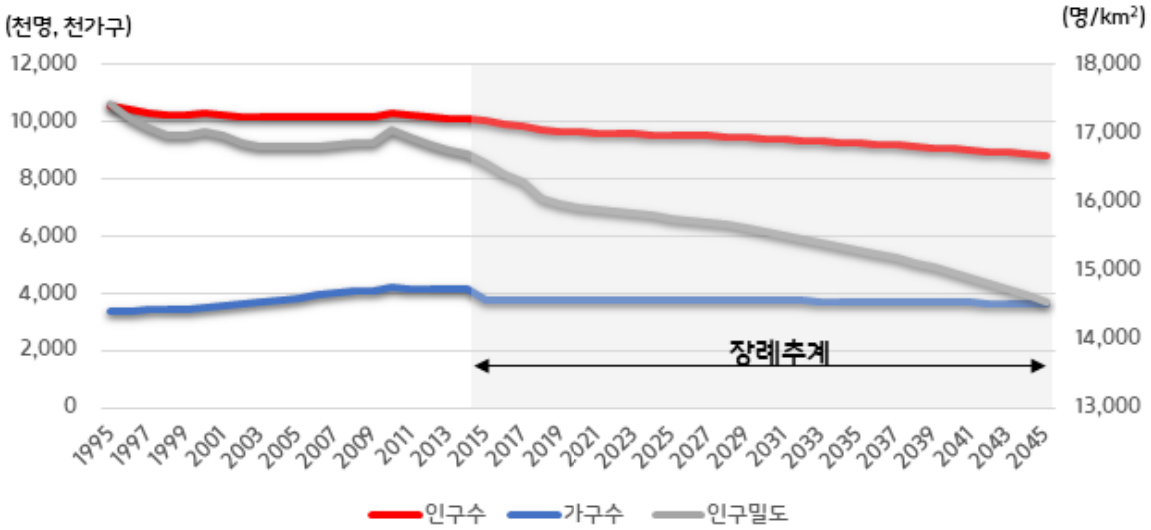
〈그림 4-4〉 서울시 인구수 및 세대당 인구

○ 통계청에서 발표한 서울시 장래인구추계 결과를 살펴보면, 2017년 서울시 추계인구는 978만명으로 2030년(943만명)까지 약 35만명이 감소할 것으로 예상되어 향후 20년간의 인구변화는 안정화 단계로 접어들 것으로 판단됨

○ 서울의 인구밀도는 1965년 5.728명/㎢에서 1990년 17,514명/㎢으로 급격한 증가 추세를 나타냈으나 1990년 이후 안정된 경향을 보이며, 2030년까지 서울의 인구밀도는 16,836명/㎢의 범위 내로 예측됨[29)]

27) UN에서 규정한 바에 따르면, 65세 이상의 인구가 전체 인구의 7% 이상이면 고령화 사회 aging society), 14% 이상이면 고령사회(aged society), 20% 이상이면 초고령사회(super-aged society)로 분류하고 있음

28) 노령화 지수는 15세 미만 인구 대비 65세 이상 인구 비중으로, 유년인구가 부양해야 하는 고령인구 비중을 나타내며, 지수가 높으면 젊은층이 노인층을 부양해야 하는 부담이 커진다고 볼 수 있음



주: 1995~2014년은 주민등록 인구, 2015~2045년은 장래인구, 장래가구 추계
자료: 통계청, 2017, 장래인구추계 시도편: 2015~2045년

〈그림 4-5〉 서울의 인구 및 인구밀도 변화

□ 주택

○ 1인 가구수와 다가구 주택 호수를 구분함으로써 실질적 주택보급률이 산정되는 신 주택보급률 기준으로 2010년 이후 96% 이상을 유지하고 있음[30)]

○ 2016년 기준 약 3,644천호이며, 주택보급률은 96.3% 수준임. 이 가운데 아파트가 45.0%, 단독주택 31.8%, 다세대주택이 19.2%를 차지하며, 아파트의 주거 비중은 매년 꾸준히 증가하고 있음

〈표 4-4〉 서울시 주택보급률 추이

(단위: %)

년도	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
주택보급률	93.7	94.1	93.2	93.6	93.1	97.0	97.1	97.3	97.5	97.9	96.0	96.3

자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

○ 저출산·고령화로 인한 인구구조의 변화는 향후 공급 중심에서 수요 중심으로 주택시장의 환경을 변화시킬 전망

○ 1인 가구의 증가, 주된 주택수요계층(35~54세)의 감소는 주택수요의 감소 추세로 이어질 것으로 추정되고, 이에 따라 주거의 다운사이징, 적정소비구조로의 전환 등의 현상으로 전개될 것으로 전망

29) 2017년~2030년까지 추계 인구밀도는 통계청 장래인구추계 결과를 활용하고, 서울시 면적은 605.96㎢로 계산함

30) 신 주택보급률 산정기준: 주택수의 경우 다가구 주택 구분거처를 반영(1동 -> 00호), 가구수의 경우 1인가구 및 5인이하 비혈연가구를 포함

□ 교통[31)]

○ 수단통행인구는 2017년 기준 32,277천통행/일로 매년 감소 추세를 보임

○ 대중교통 수단분담률은 2014년 66.0%까지 향상되었으나 이후 소폭 감소하는 추세이며, 승용차 수단분담률은 2017년 24.4%로 소폭 상승하였음

○ 통행속도는 줄어드는 경향을 보이나 도심의 통행속도는 감소와 증가를 반복함

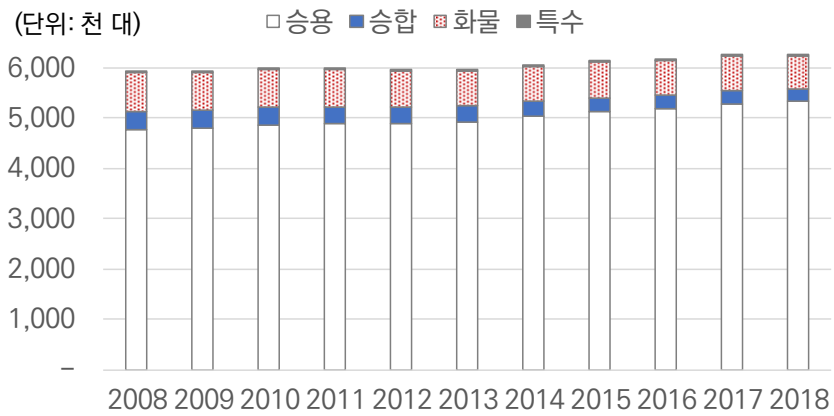
〈표 4-5〉 서울시 주요 교통 통계 지표

구 분		단위	2013	2014	2015	2016	2017
수단통행인구		천통행/일	32,515	32,689	32,410	32,306	32,277
수단분담률	대중교통	%	65.9	66.0	65.8	65.0	65.0
	(버스)		(27.1)	(27.0)	(26.5)	(26.1)	(25.1)
	(지하철)		(38.8)	(39.0)	(39.3)	(38.9)	(39.9)
	승용차		22.9	22.8	23.0	24.3	24.4
	택시		6.8	6.8	6.8	6.6	6.5
	기타		4.4	4.4	4.4	4.1	4.1
통행속도 (도심)		km/h	26.4 (18.7)	25.7 (17.4)	25.2 (17.9)	24.2 (20.2)	24.2 (19.0)

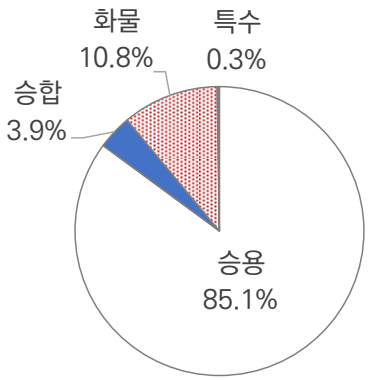
○ 서울시 자동차 등록대수 변화를 살펴보면 2008년 2,949,211대에서 2018년 3,124,651대로 10년간 5.9%(175,440대)가 증가

○ 2018년 총 등록대수의 85%가 승용차(2,658,637대)

○ 승용차와 특수차를 제외한 승합차, 화물차 등록대수는 지속적인 감소 추세



〈그림 4-6〉 서울시 차종별 자동차 등록대수(2008-2018)

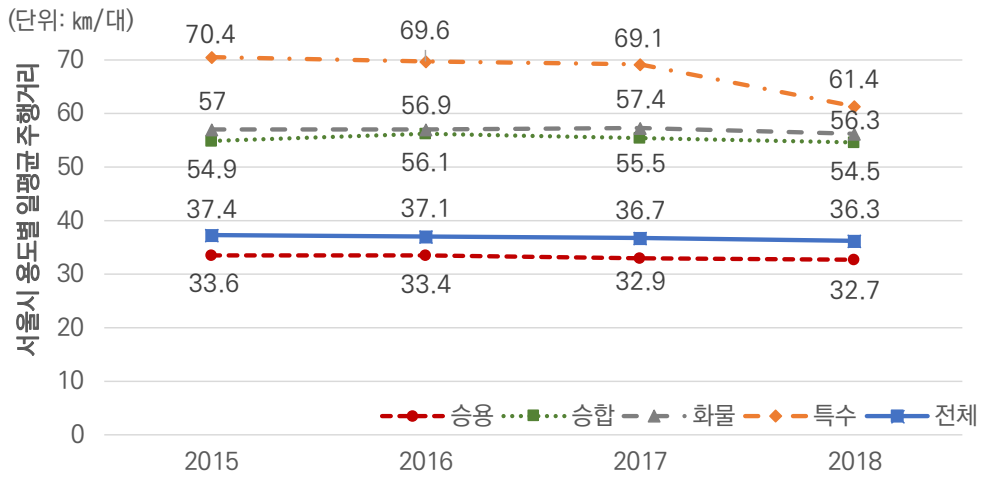


〈그림 4-7〉 2018년 서울시 차종별 구성비

○ 서울시 전체 자동차의 1대당 일평균 주행거리 변화를 살펴보면 2015년 37.4km/대에서 2018년 36.3km/대로 지속적인 감소 추세를 보임

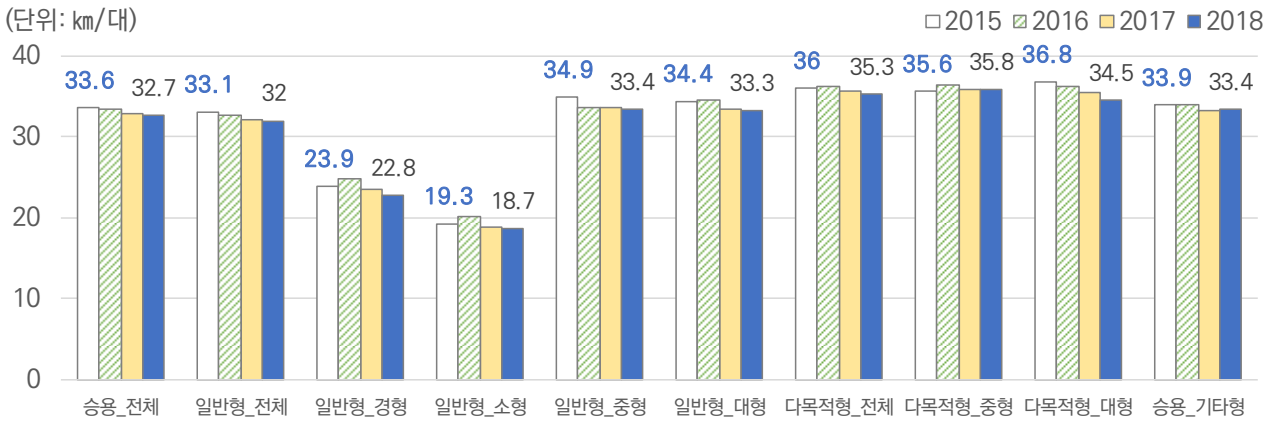
○ 서울시 자동차 1대당 일평균 주행거리 변화는 승용, 화물, 승합, 특수 등 모든 차종에서 지속적으로 감소함

31) 보다 자세한 내용은 '별책2 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석' 참고



〈그림 4-8〉 서울시 용도별 일평균 주행거리 변화

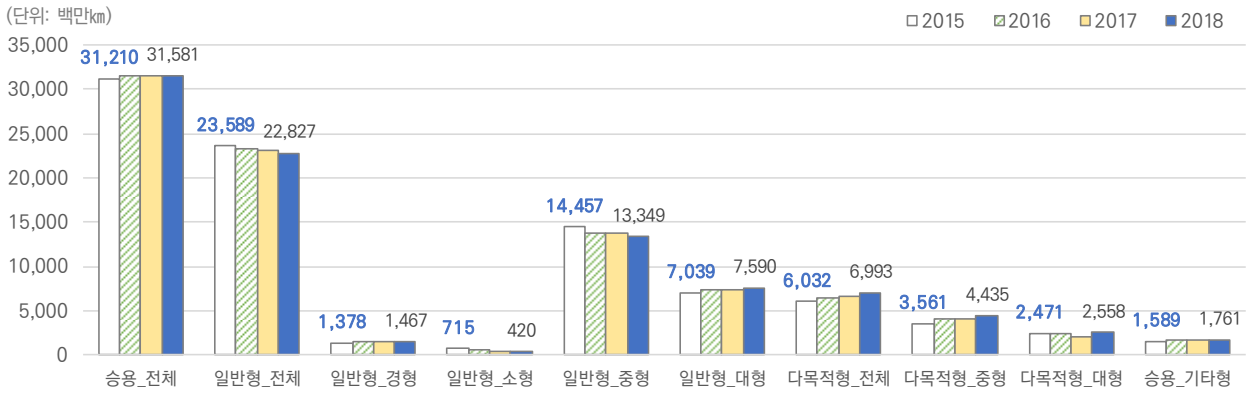
○ 승용차의 1대당 일평균 주행거리 패턴을 살펴보면 경형, 소형, 중형, 대형으로 갈수록, 일반형, 기타형, 다목적형으로 갈수록 평균 주행거리가 길어지는 경향을 보임



〈그림 4-9〉 서울시 승용차 일평균 주행거리 변화

○ 서울시 승용차 연간 총 주행거리에서 일반형 승용차 전체는 매년 지속적 감소하는 반면 대형 승용차와 다목적형 및 기타형 승용차의 주행거리는 매년 증가 추세를 보임

○ 서울시 승용차의 일평균 주행거리는 매년 감소하는 반면 대형 승용차 및 중, 대형 SUV의 등록대수가 증가함에 따라 대형, 다목적형 및 기타형 승용차의 연간 총 주행거리가 증가하는 결과로 이어지고 있는 것으로 분석됨



〈그림 4-10〉 서울시 승용차 연간 총 주행거리 변화

나. 서울시 경제 여건

1) 경제 및 산업구조

□ **지역내총생산**

○ 서울의 지역내총생산은 꾸준한 증가세를 보이며 당해 연도 가격 기준 2005년 232.2조원에서 2017년 404.1조원으로 연평균 4.7% 증가

○ 그러나 전국 대비 경기도, 인천시의 총생산 구성비는 점차 증가하는데 반해 서울의 전국 대비 총생산 구성비는 점차 감소하는 추세

〈표 4-6〉 전국 및 수도권 지역내 총생산

(단위: 10억원, %)

구분	전국		서울특별시		인천광역시		경기도	
	총생산	비율	총생산	비율	총생산	비율	총생산	비율
2005년	958,976	100	232,177	24.2	46,064	4.8%	192,127	20.0
2006년	1,011,292	100	245,598	24.3	49,106	4.9%	205,603	20.3
2007년	1,093,216	100	266,599	24.4	54,061	4.9%	221,225	20.2
2008년	1,159,499	100	282,066	24.3	53,700	4.6%	235,059	20.3
2009년	1,207,709	100	293,694	24.3	56,345	4.7%	248,016	20.5
2010년	1,327,444	100	313,281	23.6	63,266	4.8%	278,532	21.0
2011년	1,393,306	100	326,415	23.4	64,418	4.6%	292,825	21.0
2012년	1,445,391	100	334,325	23.1	66,408	4.6%	311,415	21.5
2013년	1,505,239	100	340,712	22.6	69,398	4.6%	333,380	22.1
2014년	1,566,088	100	350,258	22.4	74,612	4.8%	351,735	22.5
2015년	1,660,844	100	370,168	22.3	80,138	4.8%	381,978	23.0
2016년	1,743,575	100	387,364	22.2	84,663	4.9%	407,438	23.4
2017년	1,840,349	100	404,080	22.0	88,547	4.8%	451,426	24.5

주: 당해년가격
자료: http://kosis.kr(국가통계포털)

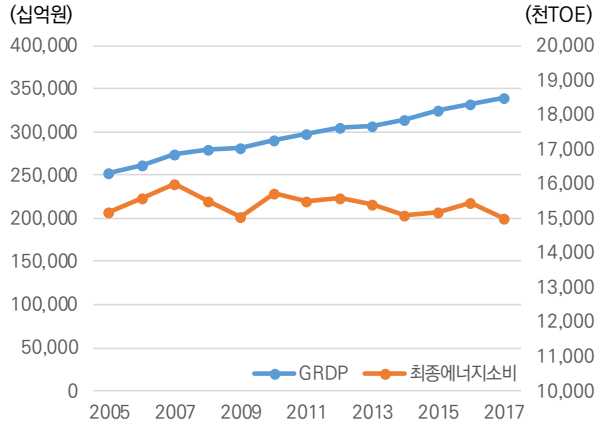
○ 경제활동별 부가가치 비중은 2017년 기준 서비스업 89.7%, 제조업 6.2%, 건설업 3.4%, 전기가스증기 및 수도사업 0.6%로 대부분의 부가가치는 서비스업에서 창출됨[32)]

32) 서울통계연보

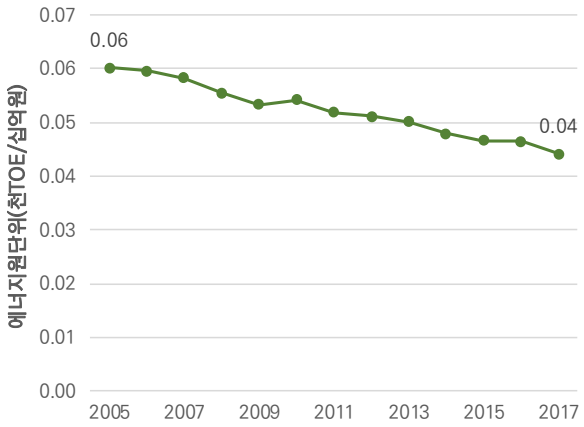
□ 지역경제와 에너지 소비

○ 서울의 에너지원단위는 꾸준히 개선되어 2005년에 비해 2017년에 26.7% 향상됨

- 서울의 지역내총생산은 꾸준한 증가세를 보이지만 최종에너지소비는 완만한 하향세를 보여 에너지원단위가 개선된 것으로 판단됨



〈그림 4-11〉 GRDP 및 최종에너지소비 추이

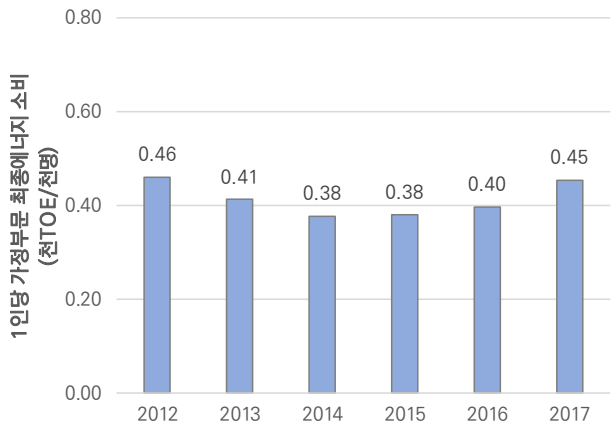


〈그림 4-12〉 에너지원단위 추이

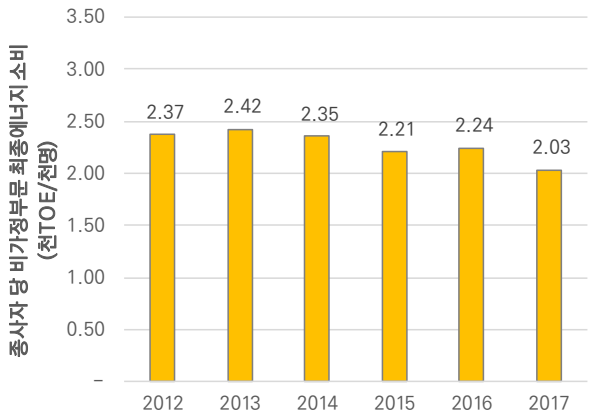
〈표 4-7〉 서울시 에너지원단위 추이

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GRDP (조원)	252	262	274	279	281	290	299	304	307	314	325	332	340
최종에너지소비 (천TOE)	15,182	15,586	16,008	15,482	15,027	15,717	15,496	15,568	15,398	15,077	15,189	15,434	14,990
에너지원단위 (천TOE /십억원)	0.19	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14

○ 1인당 가정부문의 최종에너지소비는 감소했다가 다시 증가하는 반면, 종사자수 대비 비가정부문의 최종에너지소비는 감소하고 있어 에너지원단위와 유사한 추이를 보임



〈그림 4-13〉 인구 대비 가정부문 최종에너지소비



〈그림 4-14〉 종사자 수 대비 비가정부문 최종에너지소비

〈표 4-8〉 서울시 인구 대비 가정부문 최종에너지소비

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
인구수 (천명)	10,442	10,388	10,370	10,297	10,204	10,125
가정부문 최종에너지소비량 (천TOE)	4,802	4,289	3,919	3,907	4,042	4,598
인구 대비 가정부문 최종에너지소비 (천TOE/천명)	0.46	0.41	0.38	0.38	0.40	0.45

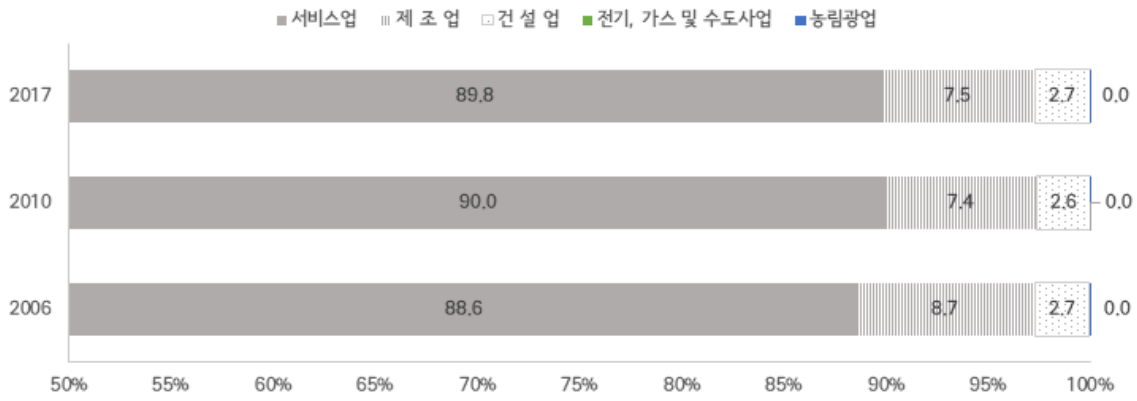
〈표 4-9〉 서울시 종사자수 대비 비가정부문 최종에너지소비

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
종사자수 (천명)	4,541	4,585	4,740	5,109	5,080	5,120
비가정부문 최종에너지소비량 (천TOE)	10,766	11,109	11,158	11,282	11,392	10,392
종사자수 대비 비가정부문 최종에너지소비 (천TOE/천명)	2.37	2.42	2.35	2.21	2.24	2.03

□ **산업**[33)]

○ 2017년 서울시 산업의 사업체는 총 822,863개이며, 서울시 산업의 사업체는 서비스업 738,863개(89.8%), 제조업 61,583개(7.5%), 건설업 22,228개(2.7%), 전기, 가스 및 수도사업 139개(0.0%), 농림광업 50개(0.0%)로 구성

○ 지난 12년간 사업체수 기준 서울시 산업구조 중 서비스업 비중은 2006년 88.6%에서 2017년 89.8%로 1.2% 확대되었으며, 제조업의 비중은 같은 기간 8.7%에서 7.5%로 -1.2% 축소



〈그림 4-15〉 서울시 산업구조의 비중 변화(사업체수 기준)

○ 2006년 대비 2017년 전체 사업체수는 12.1% 증가함

- 산업별로 농림광업, 제조업, 전기, 가스 및 수도사업은 동일기간 각각 -30.6%, -3.5%, -24.9% 감소하였으며, 건설업이 12.8%, 서비스업이 13.7% 증가

33) 서울시, 2020, 온실가스 감축정책 효과측정 방안수립 참조

○ 2006년 대비 2017년의 산업별 구성 비중의 주요 변화는 도소매업 -1.9%, 운수업 -1.4%, 제조업이 -1.2% 축소되고 전문, 과학 및 기술서비스업 1.6%, 정보서비스업 1.1%, 보건업 및 사회복지 서비스업이 1.0% 확대

〈표 4-10〉 산업별 사업체수 현황

(단위: 개)

구 분		2006		2010		2017		06년 대비 17년	
		개소	비중 (%)	개소	비중 (%)	개소	비중 (%)	증감률 (%)	구성비 중 변화 (%)
합 계		733,759	100	729,728	100	822,863	100	12.1	-
농림광업		72	0.01	45	0.01	50	0.01	△30.6	0.0
제조업		63,829	8.7	53,969	704	61,583	7.5	△3.5	△1.2
전기, 가스 및 수도사업		185	0.03	106	0.01	139	0.02	△24.9	0.0
건설업		19,712	2.7	19,075	2.6	22,228	2.7	12.8	0.0
서비스업		649,961	88.9	656,533	90.0	738,863	89.9	13.7	1.2
	도매 및 소매업	217,653	29.7	209,972	28.8	228,295	27.7	4.9	△1.9
	운수업	93,740	12.8	92,888	12.7	93,702	11.4	0.0	△1.4
	숙박 및 음식점업	116,017	15.8	115,410	15.8	130,195	15.8	12.2	0.0
	출판, 영상, 방송통신 및 정보서비스업	12,490	1.7	13,688	1.9	23,206	2.8	85.8	1.1
	금융 및 보험업	8,863	1.2	9,582	1.3	11,165	1.4	26.0	0.1
	부동산업 및 임대업	34,953	4.8	35,102	4.8	39,677	4.8	13.5	0.1
	전문, 과학 및 기술 서비스업	22,621	3.1	26,414	3.6	38,937	4.7	72.1	1.6
	사업시설관리 및 사업지원 서비스업	8,807	1.2	10,039	1.4	15,950	1.9	81.1	0.7
	공공행정 국방 및 사회보장행정	1,395	0.2	1,281	0.2	1,296	0.2	△7.1	0.0
	교육서비스업	27,353	3.7	30,044	4.1	34,762	4.2	27.1	0.5
	보건업 및 사회복지서비스업	18,553	2.5	22,042	3.0	28,683	3.5	54.6	1.0
	예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	21,432	2.9	21,467	2.9	22,913	2.8	6.9	△0.1
	협회 및 단체, 수리 및 기타개인 서비스업	65,749	9.0	68,225	9.3	69,637	8.5	5.9	△0.5
	하수, 폐기물 처리 원료재생 및 환경복원업	335	0.05	379	0.05	445	0.05	32.8	0.0

자료 : 서울통계연보

다. 온실가스 및 에너지 현황

1) 온실가스 배출 현황

(1) 국가 온실가스 배출량

○ 우리나라 온실가스 배출량은 지속적으로 증가해 2005년 562백만톤CO_2eq에서 2017년 709백만톤CO_2eq로 26% 증가함

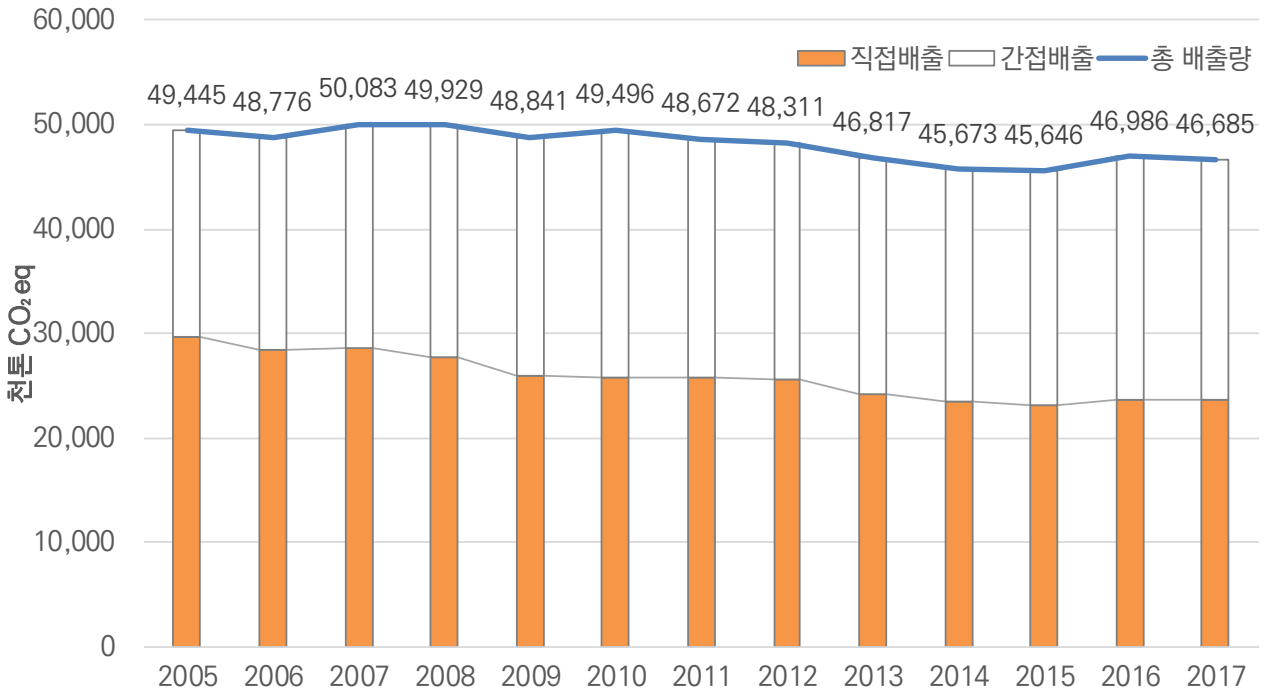
○ 2005년 우리나라 온실가스 배출량은 독일의 63.3%, 영국의 90.2% 수준이었으나, 2018년에는 독일과 거의 같은 수준, 영국보다는 56.5%나 높은 배출량을 보임

(2) 서울시 온실가스 총배출량[34)]

○ 2017년 서울시 온실가스 배출량은 46,685천톤CO_2eq로 2005년 대비 5.6% 감소한 수준임

○ 서울시의 온실가스 배출량은 2008년을 기점으로 감소세로 전환하였으나, 2016년에 전년 배출량 대비 1,340톤CO_2eq(3%) 증가함

○ 직접배출량의 비중은 감소하고 전기소비량이 증가함에 따라 간접배출량의 비중은 커지는 추세임



〈그림 4-16〉 서울시 온실가스 배출량 변화

34) 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과

(3) 서울시 온실가스 부문별 배출량

○ 서울시 2017년 전체 온실가스 배출량의 90.9%는 에너지 부문이 차지하고 있어 온실가스 감축에는 에너지 소비 절감과 친환경 에너지로의 전환이 핵심임

- 이어서 폐기물(6.0%), 산업공정 및 제품생산 (3.3%) 부문이 큰 비중을 차지함

〈표 4-11〉 서울시 온실가스 부문별 배출현황

(단위: 천톤CO_2eq, %)

구분	2015년		2016년		2017년		2016년 대비 2017년 증감현황	
	배출량	비율	배출량	비율	배출량	비율	증감량	증감률
에너지	41,673	91.3%	42,537	90.5%	42,417	90.9%	-120	-0.3%
폐기물	2,756	6.0%	3,022	6.4%	2,793	6.0%	-229	-7.6%
산업공정 및 제품생산	1,518	3.3%	1,496	3.2%	1,537	3.3%	41	2.7%
농업, 산림 및 기타 토지이용	-302	-0.7%	-69	-0.1%	-62	-0.1%	7	-10.1%
총배출량	45,646	100%	46,986	100%	46,685	100.0%	-301	-0.6%

자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과; 2018, 2016년 온실가스 인벤토리 조사결과

○ 에너지 부문 온실가스 배출량의 73.8%는 건물부문에서 발생함. 2015년 대비 2016년 건물부문 온실가스 배출 증가량이 937천톤CO_2eq로 전체 배출량 증가의 70%를 차지함. 2017년에는 0.5% 증가로 추세가 둔화되었으나 여전히 배출량 증가 측면에서 큰 비중을 차지하고 있음

○ 수송부문은 에너지 부문 배출량의 21%를 차지함

〈표 4-12〉 서울시 에너지 부문 온실가스 배출현황

(단위: 천톤CO_2eq, %)

구분	2015년		2016년		2017년		2016년 대비 2017년 증감현황	
	배출량	비율	배출량	비율	배출량	비율	증감량	증감률
에너지 산업 (발전)	708	1.7%	644	1.5%	716	1.7%	72	11.2%
제조업 및 건설업 (산업)	1,549	3.7%	1,449	3.4%	1,437	3.3%	-12	-0.8%
건물 (가정/상업/공공/농림어업)	30,756	72.7%	31,693	73.4%	31,851	73.8%	158	0.5%
수송	9,201	21.7%	9,277	21.5%	9,063	21.0%	-214	-2.3%
탈루배출	99	0.2%	101	0.2%	105	0.2%	4	4.0%
합계	42,313	100%	43,164	100%	43,172	100%	8	0.02%

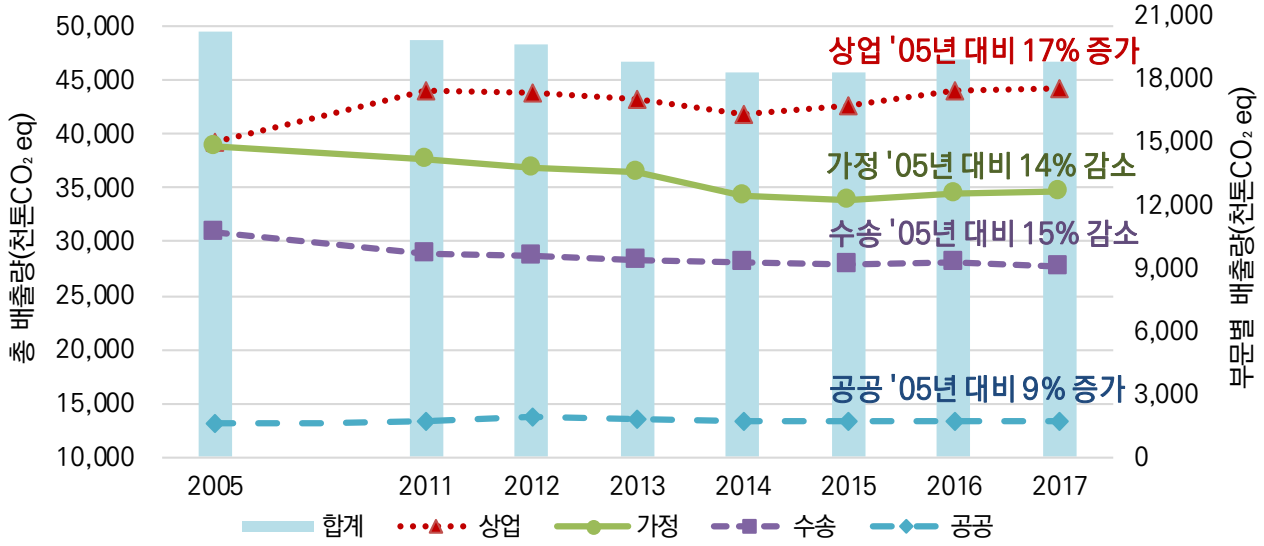
자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과; 2018, 2016년 온실가스 인벤토리 조사결과

(4) 에너지 소비 부문별 온실가스 배출량

○ 가장 온실가스 배출량이 많은 부문은 상업으로 2010년부터 2014년까지 감소추세를 보였으나 이후 다시 증가하여 2017년에는 2005년 대비 17% 증가한 배출량을 기록함

○ 가정부문과 수송부문은 감소추세였으나 가정부문의 배출량이 최근 3년 간 꾸준히 증가함

○ 공공부문의 배출량은 전체 배출량에서 차지하는 비중은 크지 않지만 증가 추세를 보이다 2017년에 다소 감소함



자료: 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과

〈그림 4-17〉 서울시 부문별 온실가스 배출량 변화

2) 1차에너지 생산 및 공급 현황

(1) 1차에너지 생산 현황[35)]

○ 서울시의 에너지 생산량은 2017년 기준 약 351천TOE로 전국 1차에너지 생산량의 약 1.9%에 해당함

○ 서울시의 에너지 생산량은 100% 신재생에너지임

〈표 4-13〉 연도별 1차에너지 생산량

(단위: 천TOE, %)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	8,141	8,553	8,639	9,161	9,794	11,116	12,145	13,667	14,944	15,747	18,266
서울	188	183	207	234	256	233	238	293	336	317	351
(비율)	(2.3%)	(2.1%)	(2.4%)	(2.6%)	(2.6%)	(2.1%)	(2.0%)	(2.1%)	(2.2%)	(2.0%)	(1.9%)

자료: 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보, 서울시 내부자료, 2019 재인용

35) 지역 내에서 직접 생산되는 에너지의 양으로, 국내의 경우 석탄, 천연가스, 수력, 신재생 등이 있으며 서울은 100% 신재생에너지임 (*원자력 제외)

(2) 1차에너지 공급 현황[36)]

○ 우리나라는 세계 1차에너지 공급 믹스와 비교할 때 원자력과 석유의 비중이 높음

- 2017년 세계 1차에너지 공급량은 석유 34.2%, 석탄 27.6%, 가스 23.4%. 수력 6.8%, 원자력 4.4% 순임. 우리나라는 석유가 39.5%로 가장 비중이 크며, 석탄 28.6%, 도시가스 15.7%, 원자력 10.5%, 신재생 5.2% 순임

○ 서울시는 1차에너지 공급량은 11.1백만TOE이며, 이는 국내 1차에너지 총공급량의 3.7%에 해당함. 가장 큰 공급원은 석유와 도시가스임

〈표 4-14〉 1차에너지 공급량(2017)

(단위: 백만TOE)

구분	계	석유	석탄	도시가스	수력(비신재생)	원자력	신재생
세 계	13,511.2	4,621.9	3,731.5	3,156.0	918.6	596.4	486.8
(비율)	(100%)	(34.2%)	(27.6%)	(23.4%)	(6.8%)	(4.4%)	(3.6%)
한 국	302	119.4	86.2	47.5	1.5	31.6	15.8
(비율)	(100%)	(39.5%)	(28.6%)	(15.7%)	(0.5%)	(10.5%)	(5.2%)
서 울	11.1	6.2	0.1	4.5	-	-	0.3
(비율)	(100%)	(55.9%)	(0.9%)	(40.5%)	(0.0%)	(0.0%)	(2.7%)

자료: 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보, 서울시 내부자료(2019) 재인용

(3) 신재생에너지 시설 및 생산 현황

□ 국가 신재생에너지 발전 용량

○ 2018년, 국가 신재생에너지 발전 용량은 총 19,027㎿로 총 발전설비의 15.35%임

○ 태양광이 8,099㎿로 전체 신재생에너지 발전용량의 42.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 폐기물과 바이오에너지가 각각 20.0%, 16.1% 순임

〈표 4-15〉 전국 신재생에너지 보급용량(발전)

(단위: ㎿, %)

구분		누적 설비용량	설비 비중
총 발전설비 용량		123,950	100
신재생에너지 총보급용량		19,027	15.35
재생에너지	합 계	18,333	14.79
	태 양 광	8,099	42.6
	풍 력	1,303	6.8
	수 력	1,798	9.4
	해 양	255	1.3
	바 이 오	3,065	16.1
	폐 기 물	3,813	20.0
신에너지	합 계	694	0.56
	연료전지	348	1.8
	IGCC	346	1.8

자료: 한국에너지공단, 2019, 신재생에너지보급통계

36) 1차에너지 공급 현황은 생산량에 수입 에너지를 더한 에너지 양 (*원자력 포함)

□ 서울 신재생에너지 발전 용량

○ 서울시 신재생에너지 발전원 중에서는 태양광(203.6㎿)과 연료전지(141.8㎿)가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 지열과 폐기물 에너지가 각각 70.2㎿와 25.7㎿ 순임

〈표 4-16〉 서울시 신재생에너지 시설 현황

구분		시설용량	시설내역	비고
신재생	연료전지	141.8㎿	발전사업 등 534개소	2018년 말. 서울통계
	태 양 광	203.6㎿	공공 · 학교 · 민간 91,151개소	2018년 말. 서울통계
	태 양 열	176,816㎡	공공 · 학교 · 민간 등	2017년 말, 정부통계
	풍 력	101㎾	월드컵공원 등 15개 지역, 136기	2017년 말, 정부통계
	바 이 오	10.5㎿	4개 물재생센터 498만톤/일, 소화가스 발전기 8.9㎿	2017년 말, 정부통계
	폐 기 물	25.7㎿	5개 자원회수시설 2,898톤/일, 폐열 발전기 7.2㎿	2017년 말, 정부통계
	지 열	70.2㎿	공공 · 학교 · 민간 등	2017년 말, 정부통계
미활용	소형열병합	100.5㎿	건물 49개소, 주택 113개소 등	2018년 말, 서울통계
	잉 여 열	88만Gcal	의정부 6만Gcal, 폐기물 35만Gcal, 부천 47만Gcal	2018년 말, 서울통계
	하 수 열	35만Gcal	탄천하수열 20만Gcal, 서남하수열 15만Gcal	2018년 말, 서울통계
	지하유출수	2.1㎿	고려대학교 역 등	2018년 말, 서울통계

자료: 서울시 내부자료, 2019

□ 국가 신재생에너지 생산량

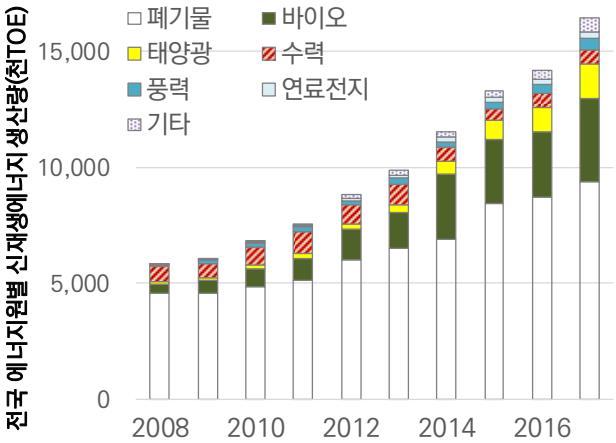
○ 2017년 국내 신재생에너지 생산량은 16,448천TOE이며, 총 1차에너지 공급의 5.45%를 차지함[37)]

- 폐기물 에너지가 56.9%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 바이오(21.9%)와 태양광 (9.2%) 순임

□ 서울 신재생에너지 생산량

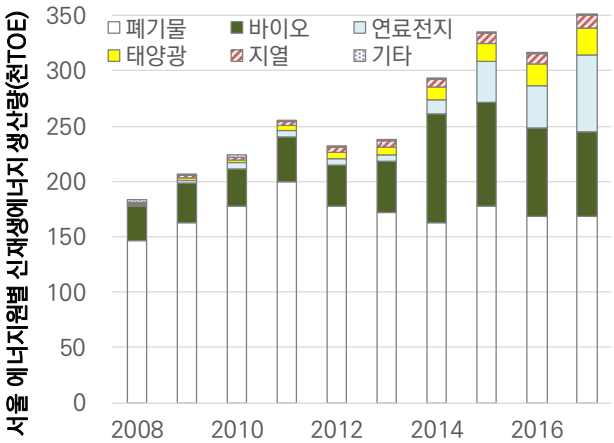
○ 서울시 신재생에너지 생산량은 351천TOE로, 전국 신재생에너지 생산량의 2.1% 차지함

- 폐기물 에너지가 47.9%로 가장 큰 비중을 차지하고 있고, 바이오(21.9%), 연료전지(19.9%) 순임. 특히, 연료전지는 도심에서 상대적으로 설치가 용이하기 때문에 국가 신재생에너지 비중과 비교할 때 상당히 높은 보급률을 보이고 있음



자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈그림 4-18〉 전국 신재생에너지 생산량



자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

〈그림 4-19〉 서울 신재생에너지 생산량

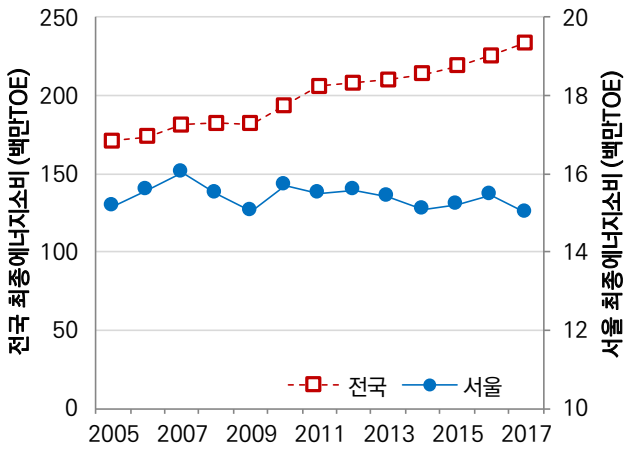
37) 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

3) 최종에너지 소비 현황

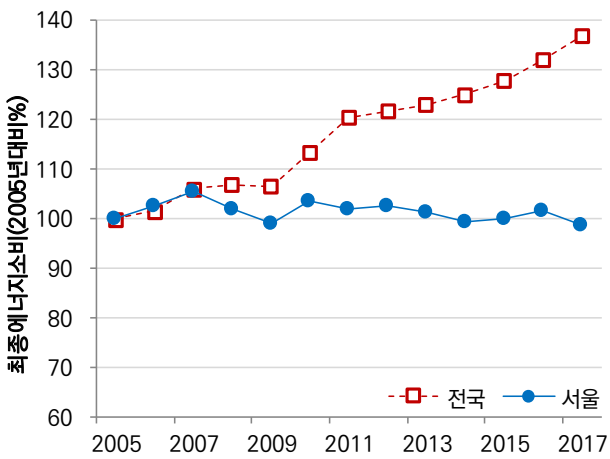
(1) 에너지 소비 현황

○ 국가 최종에너지 소비는 2017년에 233,901천TOE로, 2005년 170,854천TOE에 비해 36.9% 증가함

○ 서울 최종에너지 소비는 2005년 15,182천TOE에서 2017년 14,990천TOE로 1.3% 감소함



〈그림 4-20〉 최종에너지 소비량 변화



〈그림 4-21〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 변화

〈표 4-17〉 최종에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,832	205,863	208,120	210,247	213,870	218,608	225,681	233,901
서울	15,182	15,586	16,008	15,482	15,027	15,717	15,496	15,568 (15,576)	15,398 (15,416)	15,077 (15,085)	15,189 (15,204)	15,434 (15,434)	14,990 (15,233)

주: 괄호 안의 값은 열에에너지 소비량을 서울연구원에서 직접 조사한 자료를 적용한 값
자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-18〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 비율

(단위: %)

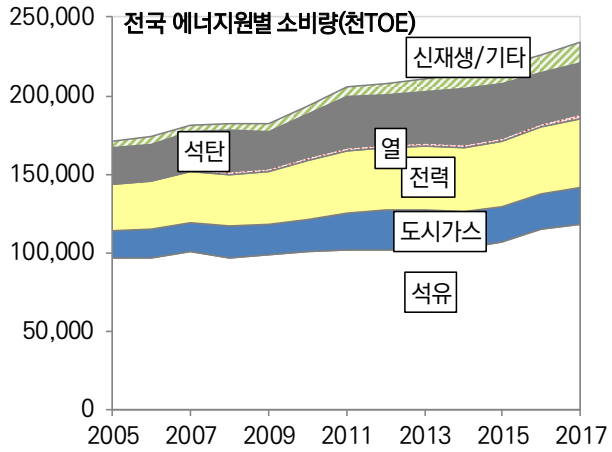
구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	101.6	106.2	106.9	106.6	113.4	120.5	121.8	123.1	125.2	128.0	132.1	136.9
서울	100.0	102.7	105.4	102.0	99.0	103.5	102.1	102.5	101.4	99.3	100.0	101.7	98.7

자료: 지역에너지통계연보

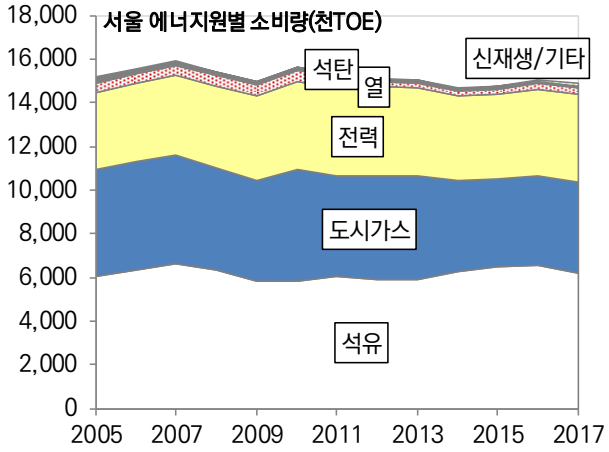
(2) 원별 에너지 소비 현황

○ 서울시 에너지원 중 석유가 41.3%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 도시가스 28.1%, 전력 26.6%의 비중을 차지함

- 석탄, 도시가스, 열에너지는 감소하였으나, 석유(2.5%), 전력(14.3%), 신재생(192.6%)에너지는 증가함



〈그림 4-22〉 국가 에너지원별 소비량 변화



〈그림 4-23〉 서울 에너지원별 소비량 변화

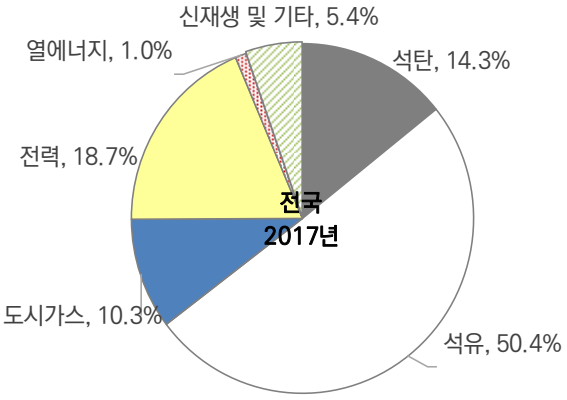
〈표 4-19〉 서울시 에너지원별 사용량 변화

	석탄	석유	도시가스	전력	열에너지	신재생 및 기타	합계
2005	165	6,037	4,912	3,485	487	94	15,182
2017	83	6,185	4,205	3,982	261	275	14,990
변화율	49.7%↓	2.5%↑	14.4%↓	14.3%↑	46.4%↓	192.6%↑	1.3%↓

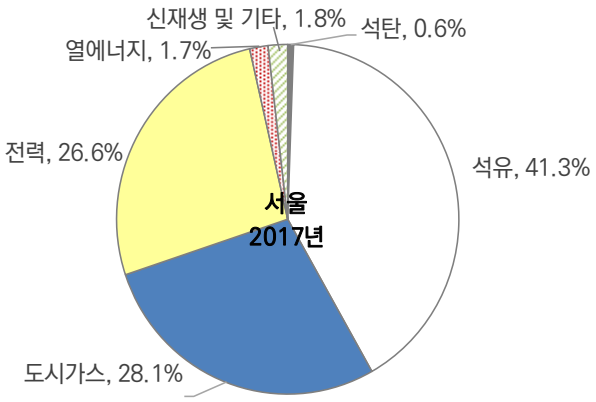
자료: 지역에너지통계연보

○ 서울시는 석유와 석탄 사용 비중이 낮은 대신 전력과 도시가스의 사용 비중이 높음

- 서울은 서비스 부문 에너지 사용량이 높은 대신 산업용 및 발전시설이 많지 않기 때문임



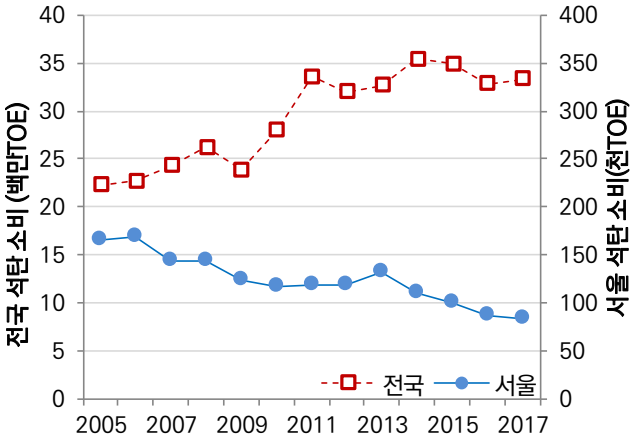
〈그림 4-24〉 전국 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)



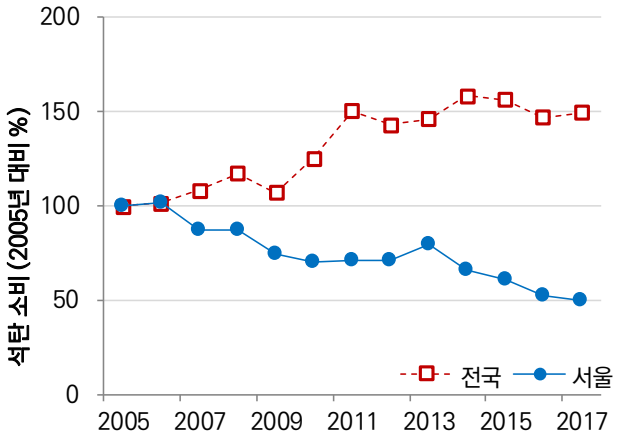
〈그림 4-25〉 서울 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)

□ 석탄 소비 현황

○ 서울은 2005~2017년 기간 동안 석탄 소비량이 50% 줄어든데 비해, 전국적인 석탄 소비량은 같은 기간 50% 증가함. 석탄 소비량은 전체 에너지 소비량의 0.6%로 미미한 수준임



〈그림 4-26〉 석탄 소비량 변화



〈그림 4-27〉 2005년 대비 석탄 소비량 변화

〈표 4-20〉 석탄 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	22,311	22,660	24,249	26,219	23,895	27,968	33,544	31,964	32,679	35,412	34,921	32,840	33,360
서울	165	168	144	144	124	117	118	118	132	110	101	87	83

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-21〉 2005년 대비 석탄 소비량 비율

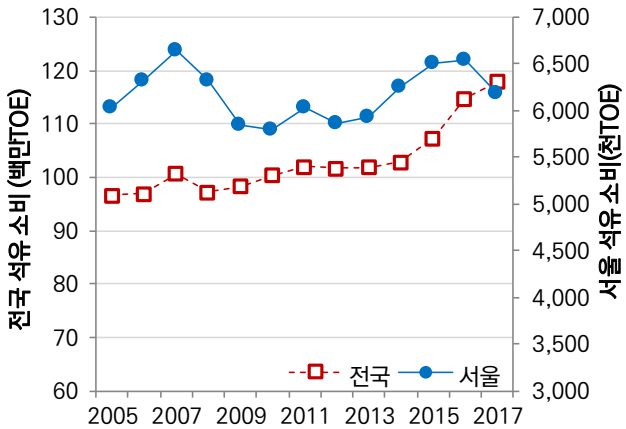
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	101.6	108.7	117.5	107.1	125.4	150.3	143.3	146.5	158.7	156.5	147.2	149.5
서울	100.0	101.8	87.3	87.3	75.2	70.9	71.5	71.5	80.0	66.7	61.2	52.7	50.3

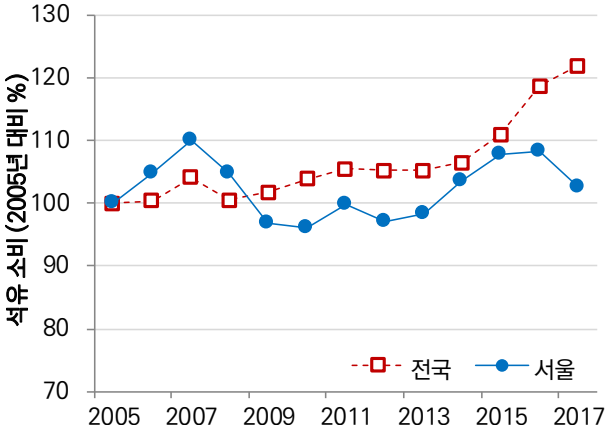
자료: 지역에너지통계연보

□ 석유 소비 현황

○ 서울시 석유 소비량은 2005~2017년 기간 변동이 있었으나 2.5% 증가에 그친 데 반해 전국 석유 소비량은 같은 기간 동안 20% 이상 상승함



〈그림 4-28〉 석유 소비량 변화



〈그림 4-29〉 2005년 대비 석유 소비량 변화

〈표 4-22〉 석유 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	96,718	97,037	100,622	97,217	98,370	100,381	101,976	101,710	101,809	102,957	107,322	114,760	117,861
서울	6,038	6,329	6,647	6,321	5,852	5,800	6,027	5,863	5,931	6,258	6,510	6,543	6,185

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-23〉 2005년 대비 석유 소비량 비율

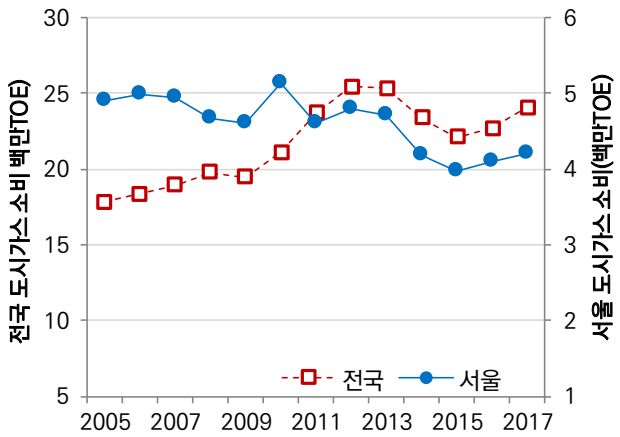
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	100.3	104.0	100.5	101.7	103.8	105.4	105.2	105.3	106.5	111.0	118.7	121.9
서울	100.0	104.8	110.1	104.7	96.9	96.1	99.8	97.1	98.2	103.6	107.8	108.4	102.4

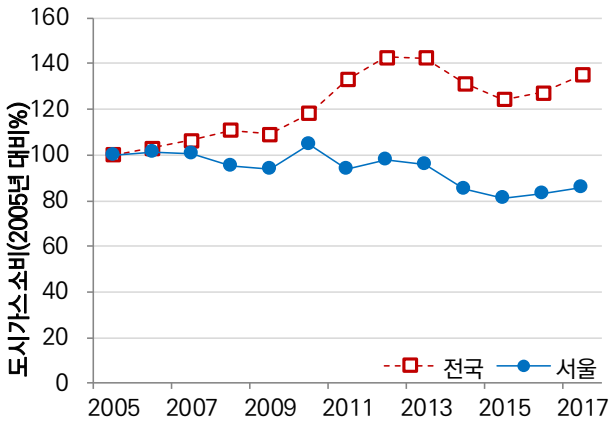
자료: 지역에너지통계연보

□ 도시가스 소비 현황

○ 서울시 도시가스 소비량은 2005년 대비 14.4% 하락, 감소 추세에 있음. 난방도일의 감소와 건물단열 개선에 따른 난방 부하 감소가 원인일 것으로 추정됨



〈그림 4-30〉 도시가스 소비량 변화



〈그림 4-31〉 2005년 대비 도시가스 소비량 변화

〈표 4-24〉 도시가스 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	17,810	18,379	18,955	19,765	19,459	21,081	23,672	25,445	25,345	23,395	22,115	22,689	24,053
서울	4,912	4,977	4,951	4,667	4,610	5,127	4,602	4,793	4,719	4,180	3,978	4,089	4,205

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-25〉 2005년 대비 도시가스 소비량 비율

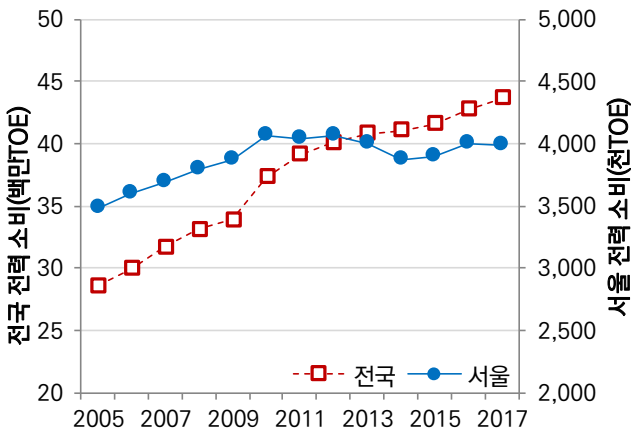
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	103.2	106.4	111.0	109.3	118.4	132.9	142.9	142.3	131.4	124.2	127.4	135.1
서울	100.0	101.3	100.8	95.0	93.9	104.4	93.7	97.6	96.1	85.1	81.0	83.2	85.6

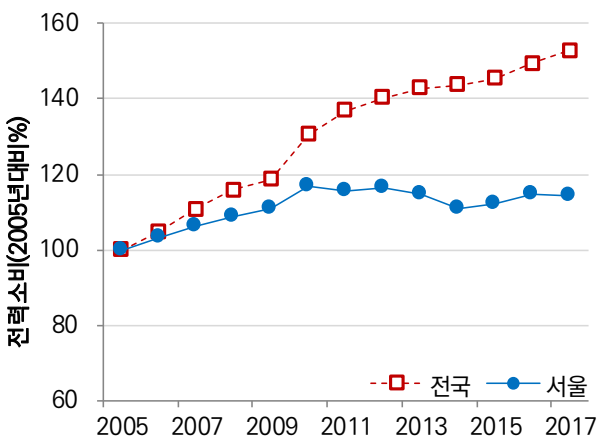
자료: 지역에너지통계연보

□ 전력 소비 현황

○ 서울시 전력 소비량은 2005년 대비 14.3% 증가함. 이는 같은 기간 50% 이상 증가한 전국 전력소비량에 비하면 낮은 편이지만, 「에너지살림도시(2014)」의 전력 목표 수요보다는 높은 상황임



〈그림 4-32〉 전력 소비량 변화



〈그림 4-33〉 2005년 대비 전력 소비량 변화

〈표 4-26〉 전력 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	28,587	29,989	31,700	33,116	33,925	37,338	39,136	40,127	40,837	41,073	41,594	42,745	43,666
서울	3,485	3,596	3,696	3,792	3,869	4,067	4,034	4,062	4,004	3,872	3,903	3,998	3,982

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-27〉 2005년 대비 전력 소비량 비율

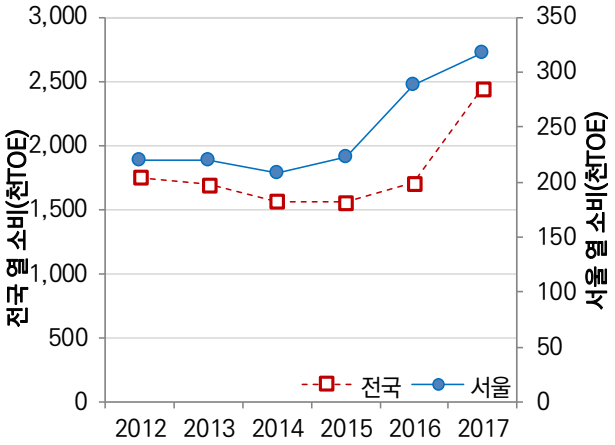
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	104.9	110.9	115.8	118.7	130.6	136.9	140.4	142.9	143.7	145.5	149.5	152.7
서울	100.0	103.2	106.1	108.8	111.0	116.7	115.8	116.6	114.9	111.1	112.0	114.7	114.3

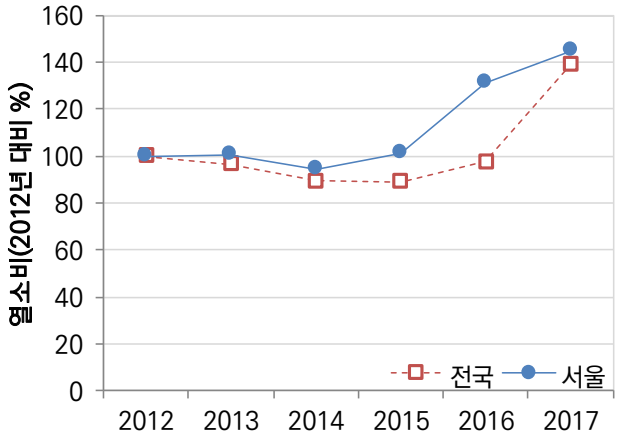
자료: 지역에너지통계연보

□ 열 소비 현황

○ 전국과 서울의 열 소비는 큰 변화가 없었으나 2014년 이후 증가해 2012년 대비 2017년 전국은 50%, 서울은 39.4% 증가함[38)]



〈그림 4-34〉 열 소비량 변화



〈그림 4-35〉 2012년 대비 열 소비량 변화

〈표 4-28〉 열에너지 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	1,751	1,695	1,567	1,559	1,710	2,441
서울	219	220	208	222	288	318

〈표 4-29〉 2012년 대비 열에너지 소비량 비율

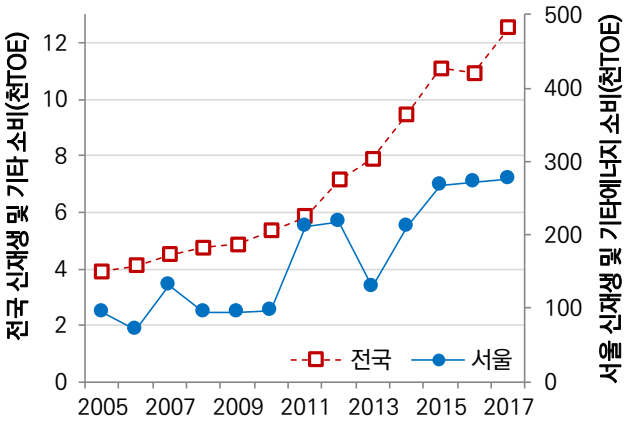
(단위: %)

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	96.8	89.5	89.0	97.7	139.4
서울	100.0	100.3	94.7	101.4	131.2	145.0

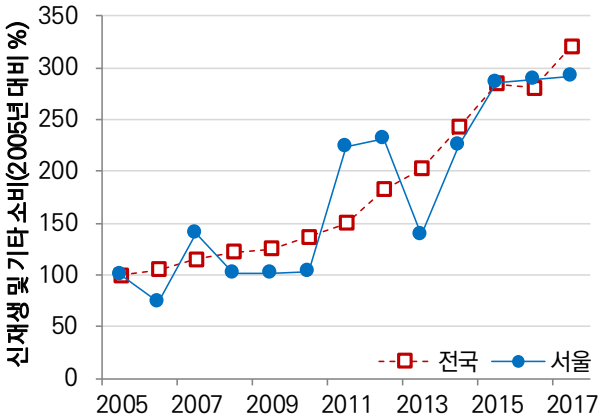
38) 열 데이터 수집 방식의 변화로 2012년 이전 자료는 이용하지 않음

□ 신재생에너지 소비 현황

○ 신재생에너지 소비는 서울과 전국 모두 크게 늘어남. 서울시는 2005년 대비 192.6% 상승함



〈그림 3-36〉 신재생 및 기타 소비량 변화



〈그림 3-37〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 변화

〈표 4-30〉 신재생 및 기타 소비량

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	3,896	4,092	4,491	4,747	4,867	5,346	5,833	7,124	7,883	9,466	11,096	10,936	12,520
서울	95	70	132	95	95	97	211	218	130	212	268	272	275

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-31〉 2005년 대비 신재생 및 기타 소비량 비율

(단위: %)

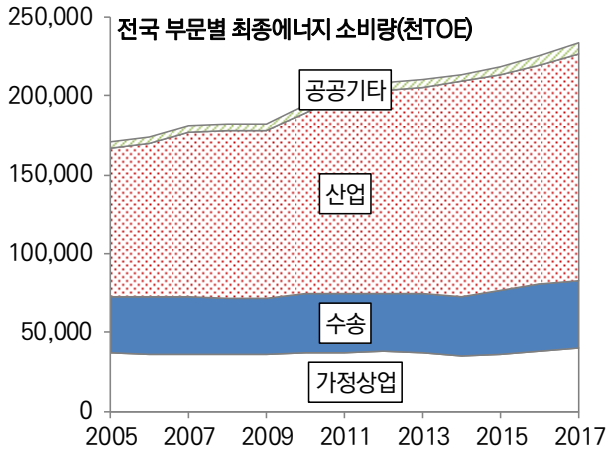
구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	105.0	115.3	121.8	124.9	137.2	149.7	182.9	202.3	243.0	284.8	280.7	321.4
서울	100.0	73.7	138.9	100.0	100.0	102.1	222.1	229.5	136.8	223.2	282.1	286.3	289.5

자료: 지역에너지통계연보

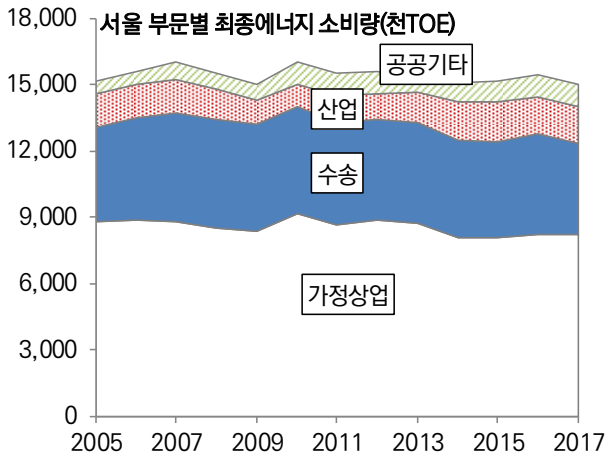
(3) 부문별 에너지 소비 현황

○ 2005~2017년 부문별 최종에너지 소비를 보면, 전국 산업부문 에너지 소비량은 51.5%로 크게 증가하여 전체 최종에너지 소비량 증가를 주도함

○ 같은 기간 서울은 공공·기타부문이 74.6% 증가하였으며 이어서 산업부문이 5.2% 증가함



〈그림 4-38〉 국가 부문별 최종에너지 소비량 변화



〈그림 4-39〉 서울 부문별 최종에너지 소비량 변화

〈표 4-32〉 서울시 부문별 최종에너지 사용량 변화

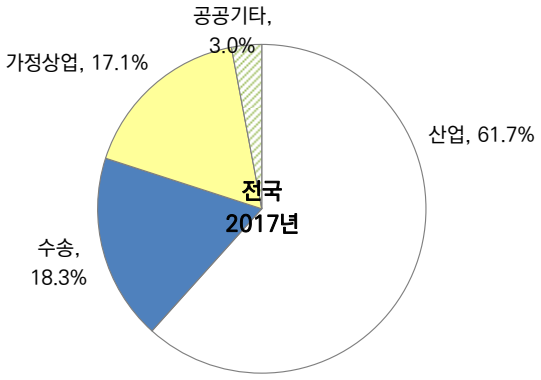
(단위: 천TOE)

	산업	수송	가정상업	공공기타	합계
2005	1,527	4,292	8,777	587	15,182
2017	1,607	4,150	8,209	1,025	14,990
변화율	5.2%↑	3.3%↓	6.5%↓	74.6%↑	1.3%↓

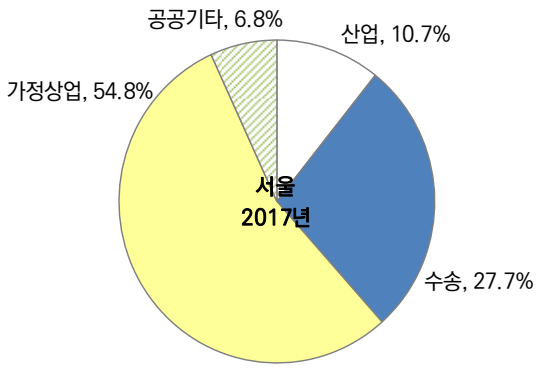
자료: 지역에너지통계연보

○ 전국 부문별 최종에너지 소비량을 보면, 산업이 61.7%. 수송이 18.3%를 차지하여 전체 소비량의 80% 차지함

○ 서울시는 가정상업과 수송부문의 에너지 사용량 비중이 전체의 82.5%인데 반해 산업부분은 10.7% 정도임



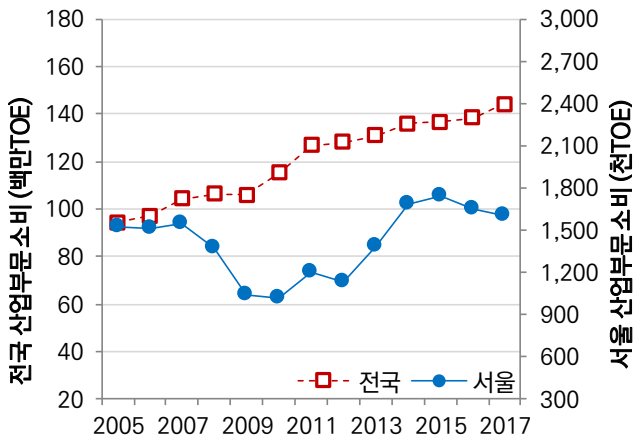
〈그림 4-40〉 전국 최종에너지소비 부문별 비율(2017)



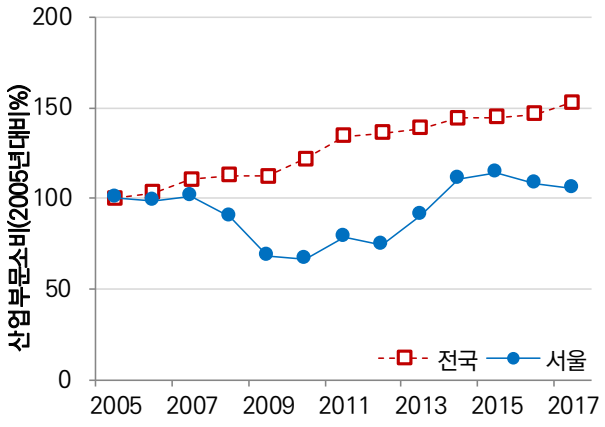
〈그림 4-41〉 서울 최종에너지소비 부문별 비율(2017)

□ 산업부문 소비 현황

○ 산업부문의 경우 전국 소비량은 꾸준히 증가하는 반면에 서울의 소비량은 2010년 67%까지 감소했다가 다시 증가해 2005년의 수준으로 다시 증가함



〈그림 4-42〉 산업부문 에너지 소비량 변화



〈그림 4-43〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비량 변화

〈표 4-33〉 산업부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	94,366	97,235	104,327	106,458	106,119	115,155	126,886	128,324	130,906	136,086	136,724	138,469	144,260
서울	1,527	1,512	1,551	1,380	1,044	1,023	1,197	1,133	1,382	1,689	1,745	1,649	1,607

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-34〉 2005년 대비 산업부문 에너지 소비 현황

(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	103.0	110.6	112.8	112.5	122.0	134.5	136.0	138.7	144.2	144.9	146.7	152.9
서울	100.0	99.0	101.6	90.4	68.4	67.0	78.4	74.2	90.5	110.6	114.3	108.0	105.2

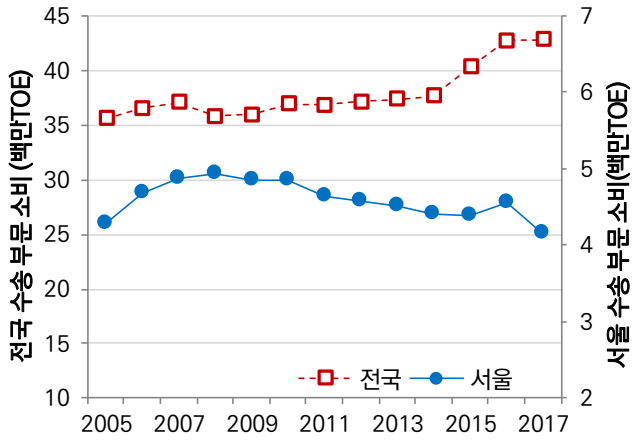
자료: 지역에너지통계연보

□ 수송부문 소비 현황[39)]

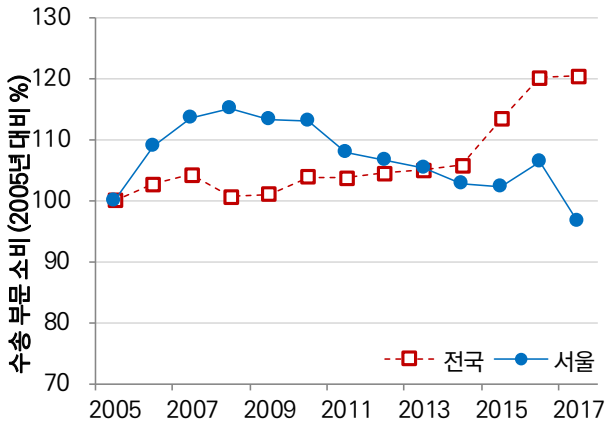
○ 전국 수송부문 에너지 소비는 꾸준한 증가 추세에서 2015년부터 급격한 상승세로 바뀌어 2017년에는 2005년 대비 20.4% 증가함

○ 서울의 경우 2006년 4,674천TOE에서 2017년 4,150천TOE로 지속적인 감소 추세를 보임

39) 보다 자세한 내용은 '별책2 서울시 수송부문 에너지 사용 현황 분석' 참고



〈그림 4-44〉 수송부문 에너지 소비량 변화



〈그림 4-45〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비량 변화

〈표 4-35〉 수송부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938	36,875	37,143	37,330	37,628	40,292	42,714	42,796
서울	4,292	4,674	4,870	4,942	4,857	4,846	4,631	4,576	4,517	4,406	4,394	4,564	4,150

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-36〉 2005년 대비 수송부문 에너지 소비 현황

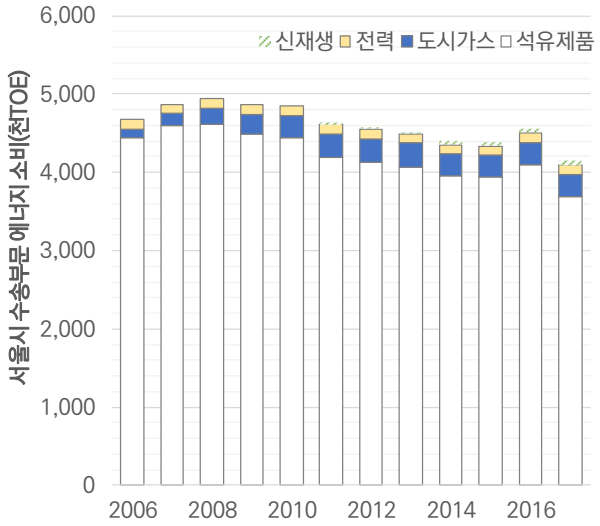
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	102.7	104.2	100.7	101.0	103.9	103.7	104.5	105.0	105.8	113.3	120.1	120.4
서울	100.0	108.9	113.5	115.1	113.2	112.9	107.9	106.6	105.2	102.7	102.4	106.3	96.7

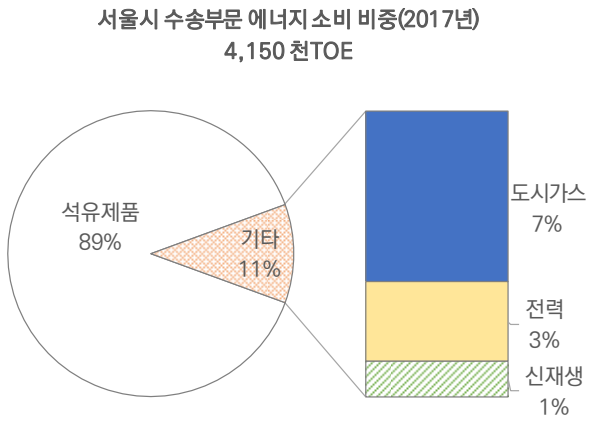
자료: 지역에너지통계연보

○ 보다 자세히 살펴보면, 2017년 기준 수송부문 에너지 사용의 88.9%를 차지하고 있는 석유제품소비도 2006년 4,438천TOE에서 2017년 3,688천TOE로 지속적으로 감소

○ 신재생에너지의 경우 2011년 이후 지속적으로 증가하여 2017년 57천TOE로 수송부문 전체 에너지 사용량의 1.4%를 차지함



〈그림 4-46〉 서울시 수송부문 에너지 소비량 변화

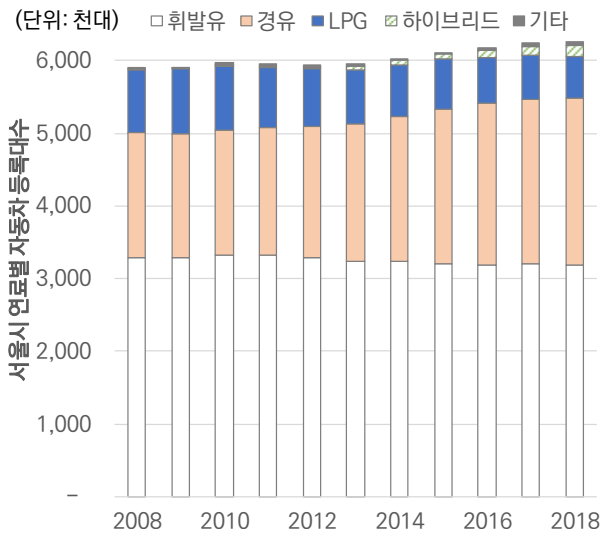


〈그림 4-47〉 서울시 수송부문 에너지 소비비중(2017년)

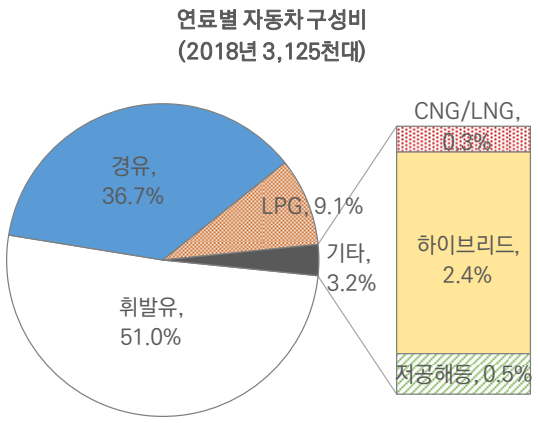
○ 서울시 연료별 자동차 등록대수를 살펴보면 경유차 비중은 2008년 29.1%에서 36.7%로 증가함

○ LPG 자동차의 경우 2008년 435,425대에서 2018년 284,328대로 지속적인 감소 추세를 보임

○ 친환경차 중 하이브리드의 경우 2008년 1,430대에서 2018년 75,178대로 대폭 증가하였으며 전기차도 2010년 52대에서 2018년 9,564대로 크게 증가함. 수소차의 경우 2018년 84대가 등록되어 있음



〈그림 4-48〉 서울시 연료별 자동차 등록대수



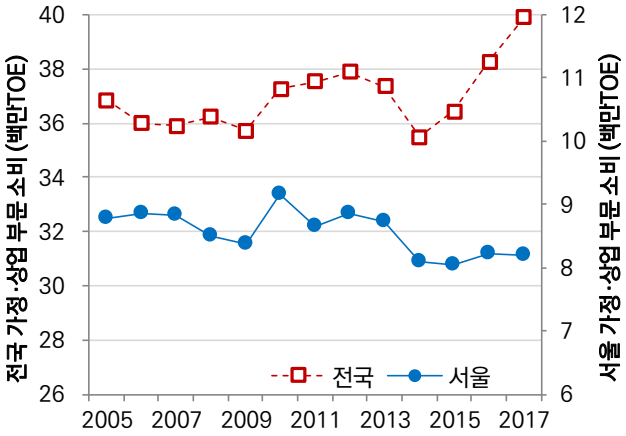
〈그림 4-49〉 서울시 연료별 자동차 구성비(2018년)

○ 수송부문 에너지 사용량 감소에도 불구하고 중, 대형 승용차 비중이 매년 증가하고 있어 에너지 사용량 감축을 위해 불합리한 자동차 소비구조 변화를 위한 대책 마련이 필요

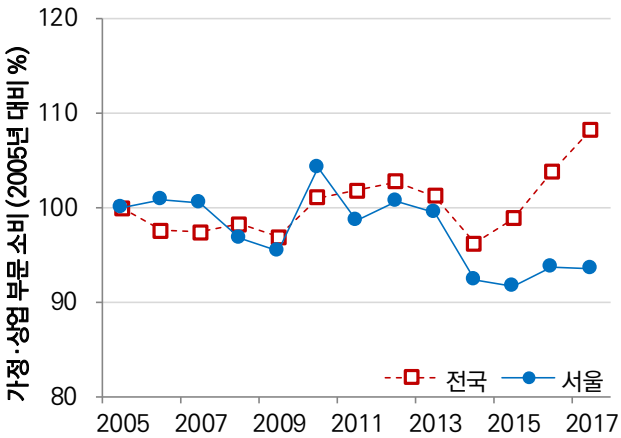
○ 승용차의 연간 총 주행거리는 중, 대형 승용차 증가의 영향으로 매년 늘어나고 있으며 특히 경유 승용차의 증가로 인해 서울시 승용차 총 주행거리 증가하는 만큼 이에 대한 대책이 필요

□ 가정 · 상업부문 소비 현황

○ 2014년 이후 국가와 서울시 가정 · 상업부문의 소비패턴의 차이를 보임. 이에 따라 2005년 대비 국가 가정상업부문의 에너지 소비량은 8.3% 증가한데 반해, 서울은 6.5% 감소함



〈그림 4-50〉 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화



〈그림 4-51〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비량 변화

〈표 4-37〉 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	36,862	35,986	35,916	36,225	35,722	37,256	37,542	37,884	37,341	35,476	36,439	38,261	39,907
서울	8,777	8,847	8,829	8,493	8,380	9,153	8,664	8,844	8,728	8,107	8,050	8,230	8,209

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-38〉 2005년 대비 가정 · 상업부문 에너지 소비 현황

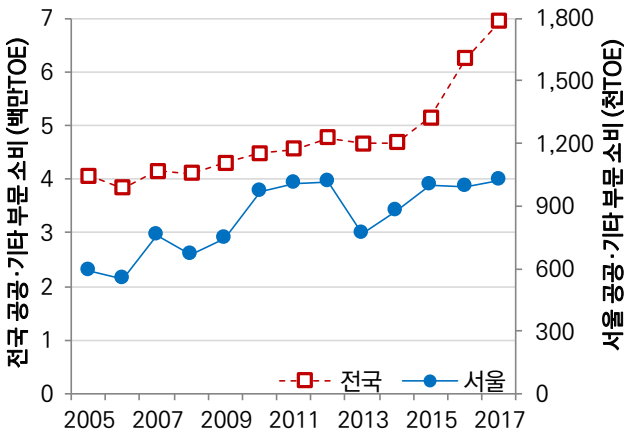
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	97.6	97.4	98.3	96.9	101.1	101.8	102.8	101.3	96.2	98.9	103.8	108.3
서울	100.0	100.8	100.6	96.8	95.5	104.3	98.7	100.8	99.4	92.4	91.7	93.8	93.5

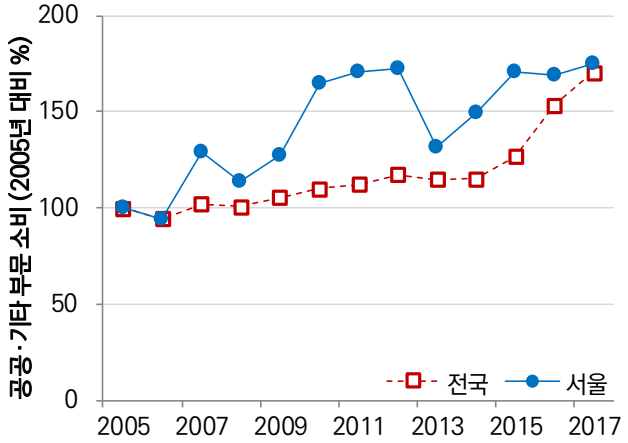
자료: 지역에너지통계연보

□ 공공 · 기타부문 소비 현황

○ 국가와 서울시 모두 공공기타부문의 소비는 꾸준히 증가 추세를 보임. 전국은 2015년부터 급격한 성장세를 보여 2017년에는 2005년 대비 70.6% 증가한 6,938천TOE를 소비하였으며, 서울은 어느 정도 변동이 있었지만 2005년 대비 74.6% 증가한 1,025천TOE를 기록함



〈그림 4-52〉 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화



〈그림 4-53〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비량 변화

〈표 4-39〉 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황

(단위: 천TOE)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	4,068	3,836	4,144	4,100	4,295	4,483	4,560	4,769	4,670	4,679	5,152	6,237	6,938
서울	587	552	758	666	747	969	1,004	1,014	771	875	1,000	992	1,025

자료: 지역에너지통계연보

〈표 4-40〉 2005년 대비 공공 · 기타부문 에너지 소비 현황

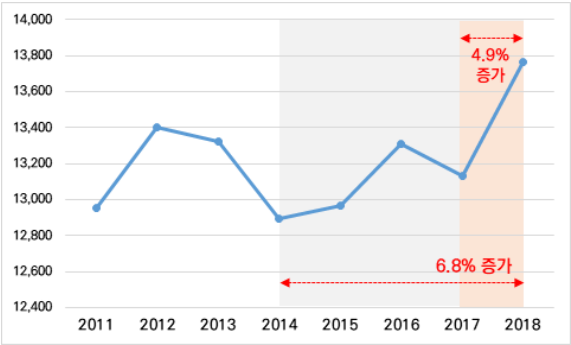
(단위: %)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
전국	100.0	94.3	101.9	100.8	105.6	110.2	112.1	117.2	114.8	115.0	126.6	153.3	170.6
서울	100.0	94.0	129.1	113.5	127.3	165.1	171.0	172.7	131.3	149.1	170.4	169.0	174.6

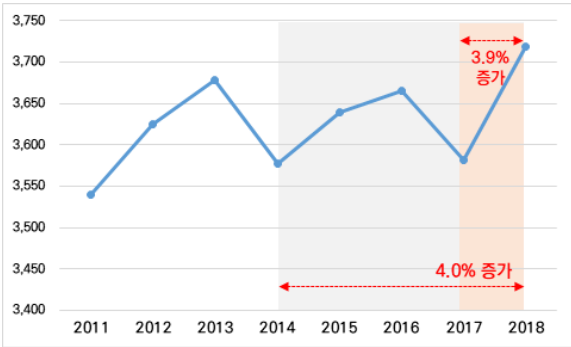
자료: 지역에너지통계연보

□ 부문별 전력 소비

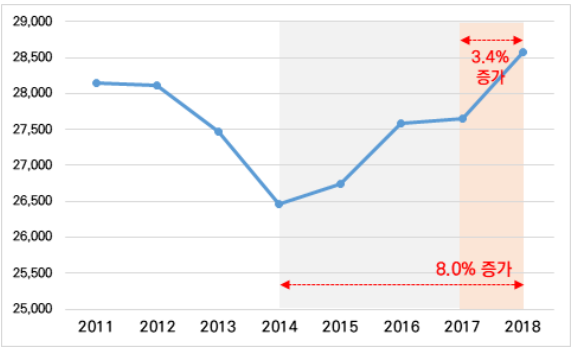
○ 최근 2014~2018년 서울시의 전력 소비 패턴을 보면, 산업용은 지속적으로 감소추세이지만 가정, 공공, 서비스업 부문 전력 소비량이 크게 증가함. 특히, 서비스업 부문은 2018년에 전년 대비 3.4% 큰 폭으로 증가하였는데, 가정용 4.9%, 공공부문 3.9% 증가함



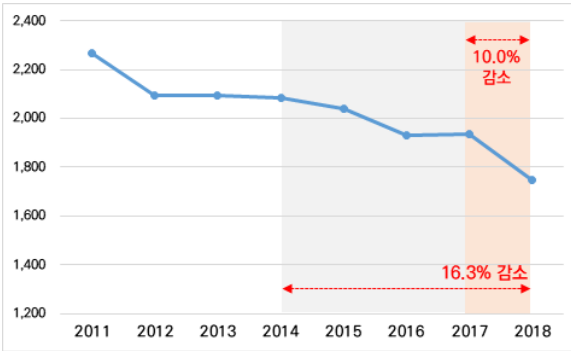
〈그림 4-54〉 서울시 가정용 전력소비량 추이(2011~2018)



〈그림 4-55〉 서울시 공공용 전력소비량 추이(2011~2018)



〈그림 4-56〉 서울시 서비스용 전력소비량 추이(2011~2018)



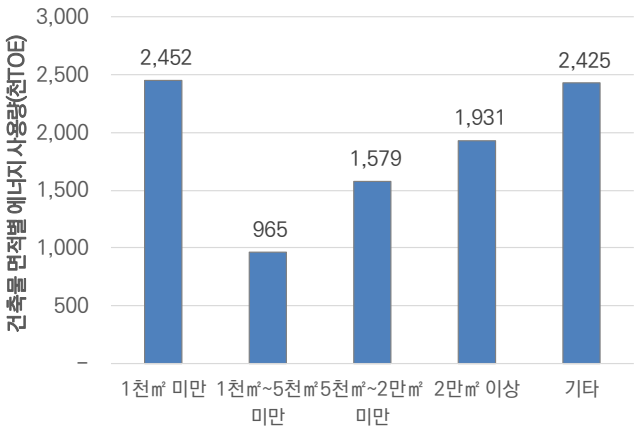
〈그림 4-57〉 서울시 산업용 전력소비량 추이(2011~2018)

자료: http://data.seoul.go.kr(서울열린데이터광장)

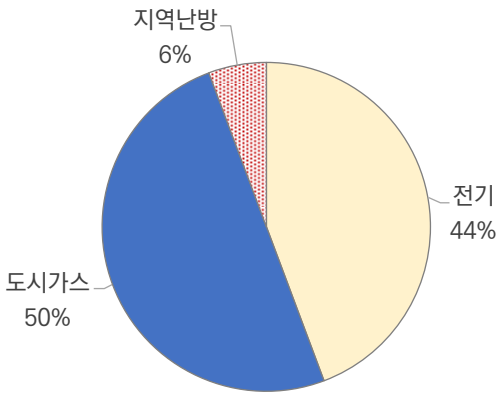
□ 서울시 건축물 에너지 사용 현황

○ 서울시 2018년 건축물 에너지 사용량은 9,353천TOE로 전체 에너지 소비량의 약 62%를 차지함. 1천㎡ 이하 건물의 에너지 소비량이 전체 건물부문 에너지 소비의 26%를 차지하고 있음

○ 도시가스와 전기소비가 각각 50%, 44%로 전체 에너지 소비의 대부분을 차지함



〈그림 4-58〉 서울시 건축물 면적별 에너지 사용량



〈그림 4-59〉 서울시 건축물 에너지원별 사용량

제 5 장
지속가능한 에너지 체계 및 녹색성장 추진계획

가. 에너지 절약 및 효율 향상 사업 추진
나. 친환경 에너지 공급 사업 추진
다. 온실가스 감축 사업 추진

05 지속가능한 에너지 체계 및 녹색성장 추진계획

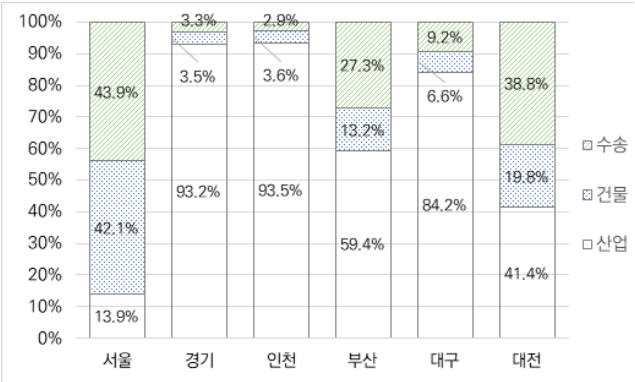
가. 에너지 절약 및 효율 향상 사업 추진

1) 건물부문 사업 계획

□ **에너지다소비건물 에너지 효율화**

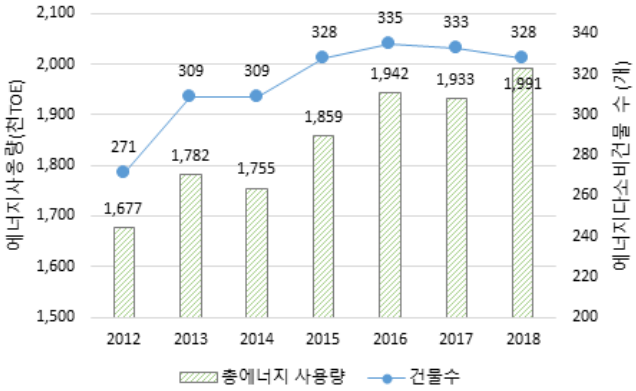
○ 서울시 에너지다소비사업장 수는 591개이며 수송과 건물부문이 최종에너지소비의 대부분을 차지함

- 전국 에너지다소비사업장 4,694개 중 12.6%가 서울에 있으며, 이는 경기도의 1,038개에 이어 두 번째로 많은 수임
- 수송과 건물부문 사업장이 서울시 에너지다소비사업장 최종에너지소비의 43.9%, 42.1%를 각각 차지하고 있음
- 서울시 에너지다소비건물은 2018년 기준 471개소이며 1차에너지 사용량은 2,576천TOE이며 건물 수는 다소 줄었으나 에너지 사용량이 증가추세에 있음



자료: 한국에너지공단, 2019, 2018년 에너지사용량통계

〈그림 5-1〉 지역별 에너지다소비사업장 용도별 비중



자료: 서울시 보도자료, 2019.10.29., 2018.08.06.

〈그림 5-2〉 서울시 건물에너지다소비건물 개수 및 에너지사용량 추이

○ 서울시 에너지다소비건물 관리는 주로 에너지소비량 공개와 BRP 융자금을 통한 자발적 감축을 유도에 그침

- 현재 신축건물은 제로에너지건물 및 에너지효율등급기준 강화 등을 통해 에너지 효율 높일 수 있으나 기존 건물에 대한 에너지 규제 방안 미흡한 상황

○ 2040년까지 에너지다소비건물 600개소에 에너지 효율화 실시를 목표

- 에너지다소비건물(아파트) 건축물에너지효율등급을 현 2등급 수준(160kWh/m^2)에서 1+ 등급 수준(90kWh/m^2)[40]으로 개선하는 것으로 목표 설정

- 에너지다소비건물(아파트 외) 건축물 에너지효율등급을 현 6등급에서 2040년까지 2등급으로 상향

〈표 5-1〉 에너지다소비건물 에너지 효율화 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
에너지다소비건물 에너지 효율화	에너지 효율화(개소)	39	77	114	149	183	217	366	493	600

○ 에너지다소비건물 에너지 효율화 확대를 위한 소요 비용은 총 5,610십억원이며 민간자본으로 구성됨

〈표 5-2〉 에너지다소비건물 에너지 효율화 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
에너지다소비건물 에너지 효율화	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	1,780,000	1,490,000	1,270,000	1,070,000	5,610,000
	소계	1,780,000	1,490,000	1,270,000	1,070,000	5,610,000

○ 향후 20년 간 에너지다소비건물 효율화에 대한 투자가 서울에 미치는 효과는 고용유발효과 55,027명, 부가가치유발효과는 2,396십억원, 생산유발효과는 7,061십억원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 80,475명, 부가가치유발효과 4,046십억원, 생산유발효과 13,202십억원으로 예상됨
- 특히, 에너지다소비건물 뿐만 아니라 건물에너지효율화는 산업연관 효과가 커서 고용 창출에 크게 이바지할 것으로 예상

〈표 5-3〉 에너지다소비건물 투자에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	3,727	162,281	478,266	5,451	274,082	894,246
2022	3,629	158,010	465,680	5,308	266,869	870,713
2023	3,433	149,469	440,509	5,021	252,444	823,648
2024	3,335	145,199	427,923	4,877	245,231	800,115
2025	3,335	145,199	427,923	4,877	245,231	800,115
2021~2025	17,460	760,158	2,240,301	25,534	1,283,858	4,188,838
2026~2030	14,615	636,312	1,875,308	21,374	1,074,690	3,506,387
2031~2035	12,457	542,360	1,598,417	18,218	916,011	2,988,665
2036~2040	10,495	456,949	1,346,698	15,349	771,758	2,518,009
합계	55,027	2,395,779	7,060,723	80,475	4,046,318	13,201,899

40) 건물에너지효율등급은 연간 단위면적당 1차에너지(㎾h/m^2)로 구분됨

□ **녹색건축물 설계기준 적용**

○ 정부와 서울시 모두 신규건물에 대한 녹색건축물 설계기준을 적용하고 있음

- 정부는 「녹색건축물 조성 지원법」에 따른 「건축물의 에너지절약설계기준」에 의거해 신규 건축물에 대한 에너지 효율 관리를 하고 있음
- 서울시는 녹색건축물 설계기준을 통해 신규건물의 에너지 효율 향상을 추진하고 있으며 패시브 요소뿐만 아니라 신재생에너지 의무설치 비율을 두어 제로에너지건물을 확대를 위한 여건을 조성함
- 또한, 서울시는 대규모 개발 및 대형건물의 신축(총면적 100천㎡ 이상) 또는 재개발 및 재건축(대지면적 90천㎡ 이상 재개발 및 재건축)시 적용하는 환경영향평가 심의 기준을 강화해옴

○ 서울시 신규건물에 적용하는 건축물에너지효율등급을 강화하여 온실가스 배출 저감에 기여하도록 2040년에 주거용 건물의 118,381㎢, 비주거용 건물의 60,984㎢에 강화된 녹색건축물 설계기준을 적용받는 것으로 목표 설정

〈표 5-4〉 녹색건축물 설계기준 적용 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
녹색건축물 설계기준 적용	주거 건물 적용면적(㎢)	5,637	11,274	16,912	22,549	28,186	33,823	62,009	90,195	118,381
	비주거 건물 적용면적(㎢)	2,904	5,808	8,712	11,616	14,520	17,424	31,944	46,464	60,984

○ 녹색건축물 설계기준 적용 강화를 위한 소요 비용은 주거건물 46,620십억원, 비주거건물 11,616십억원으로 총 58,235십억원 이며, 대부분 민간자본으로 구성됨

〈표 5-5〉 녹색건축물 설계기준 적용 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명		재원	목표연도별 사업비				
			2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
녹색건축물 설계기준 적용	주거	국비	-	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-	-
		민간	11,654,908	11,654,908	11,654,908	11,654,908	46,619,632
		소계	11,654,908	11,654,908	11,654,908	11,654,908	46,619,632
	비주거	국비	-	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-	-
		민간	2,904,011	2,904,011	2,904,011	2,904,011	11,616,046
		소계	2,904,011	2,904,011	2,904,011	2,904,011	11,616,046

○ 2021년부터 2040년까지 녹색건축물 설계기준 적용 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 주거건물은 고용유발효과 457,282명, 부가가치유발효과는 19,909,155백만원, 생산유발효과는 58,675,275백만원, 비주거건물 고용유발효과 113,939명, 부가가치유발효과는 14,960,692백

만원, 생산유발효과는 14,619,907백만원 예상됨

- 전국에 미치는 경제적 효과는 주거건물의 고용유발효과 668,754명, 부가가치유발효과 33,625,284백만원, 생산유발효과 109,709,031백만원이며, 비주거건물의 고용유발효과 166,631명, 부가가치유발효과 8,378,291백만원, 생산유발효과 27,335,803백만원으로 예상됨

〈표 5-6〉 녹색건축물 설계기준 적용(주거건물) 강화에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	22,864	995,458	2,933,764	33,438	1,681,264	5,485,452
2022	22,864	995,458	2,933,764	33,438	1,681,264	5,485,452
2023	22,864	995,458	2,933,764	33,438	1,681,264	5,485,452
2024	22,864	995,458	2,933,764	33,438	1,681,264	5,485,452
2025	22,864	995,458	2,933,764	33,438	1,681,264	5,485,452
2021~2025	114,320	4,977,289	14,668,819	167,188	8,406,321	27,427,258
2026~2030	114,320	4,977,289	14,668,819	167,188	8,406,321	27,427,258
2031~2035	114,320	4,977,289	14,668,819	167,188	8,406,321	27,427,258
2036~2040	114,320	4,977,289	14,668,819	167,188	8,406,321	27,427,258
합계	457,282	19,909,155	58,675,275	668,754	33,625,284	109,709,031

〈표 5-7〉 녹색건축물 설계기준 적용(비주거건물) 강화에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	5,697	248,035	730,995	8,332	418,915	1,366,790
2022	5,697	248,035	730,995	8,332	418,915	1,366,790
2023	5,697	248,035	730,995	8,332	418,915	1,366,790
2024	5,697	248,035	730,995	8,332	418,915	1,366,790
2025	5,697	248,035	730,995	8,332	418,915	1,366,790
2021~2025	28,485	1,240,173	3,654,977	41,658	2,094,573	6,833,951
2026~2030	28,485	1,240,173	3,654,977	41,658	2,094,573	6,833,951
2031~2035	28,485	1,240,173	3,654,977	41,658	2,094,573	6,833,951
2036~2040	28,485	1,240,173	3,654,977	41,658	2,094,573	6,833,951
합계	113,939	4,960,692	14,619,907	166,631	8,378,291	27,335,803

□ 친환경보일러 보급

○ 친환경 콘덴싱 보일러 및 저녹스 버너 설치 지원사업을 통해 2040년까지 200만대의 친환경 보일러 보급을 목표로 설정함

〈표 5-8〉 친환경보일러 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
친환경보일러 보급	보급 대수(천대)	207	232	260	291	326	365	644	1,135	2,000

○ 친환경보일러 보급에 필요한 소요 비용은 총 1,254십억원이며 국비 215십억원, 시비 143십억원, 민간자본 896십억원으로 구성됨

〈표 5-9〉 친환경보일러 보급 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
친환경보일러 보급	국비	18,915	33,339	58,764	103,579	214,597
	시비	12,610	22,226	39,176	69,053	143,065
	민간	78,977	139,207	245,367	432,487	896,038
	소계	110,502	194,772	343,308	605,119	1,253,701

○ 친환경보일러 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 8,436명, 부가가치유발효과는 430,726백만원, 생산유발효과는 1,547,884백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 13,912명, 부가가치유발효과 806,904백만원, 생산유발효과 2,977,135백만원으로 예상됨

〈표 5-10〉 친환경보일러 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	117	5,976	21,474	193	11,194	41,303
2022	131	6,693	24,052	216	12,538	46,260
2023	147	7,496	26,939	242	14,043	51,813
2024	164	8,396	30,172	271	15,729	58,032
2025	184	9,404	33,794	304	17,617	64,998
2021~2025	744	37,965	136,432	1,226	71,121	262,407
2026~2030	1,311	66,917	240,476	2,161	125,359	462,521
2031~2035	2,310	117,948	423,866	3,810	220,959	815,245
2036~2040	4,072	207,897	747,111	6,715	389,465	1,436,961
합계	8,436	430,726	1,547,884	13,912	806,904	2,977,135

□ 민간부문 LED 보급

○ 민간부문 LED 보급은 2040년까지 누적 5,000만대를 목표로 설정함

〈표 5-11〉 민간부문 LED 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
민간부문 LED 보급	보급량(만대)	2,285	2,582	2,878	3,175	3,471	3,768	4,153	4,538	5,000

○ 민간부문 LED 보급을 위한 투자 비용은 총 543십억원이며 국비 54,297백만원, 시비 54,297백만원, 민간자본 434,373백만원으로 구성됨

〈표 5-12〉 민간부문 LED 보급 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
민간부문 LED 보급	국비	29,657	7,700	7,700	9,240	54,297
	시비	29,657	7,700	7,700	9,240	54,297
	민간	237,253	61,600	61,600	73,920	434,373
	소계	296,567	77,000	77,000	92,400	542,967

○ 민간부문 LED 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 4,430명, 부가가치유발효과는 208,779백만원, 생산유발효과는 644,197백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 6,287명, 부가가치유발효과 336,751백만원, 생산유발효과 1,133,087백만원으로 예상됨

〈표 5-13〉 민간부문 LED 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	484	22,807	70,372	687	36,786	123,778
2022	484	22,807	70,372	687	36,786	123,778
2023	484	22,807	70,372	687	36,786	123,778
2024	484	22,807	70,372	687	36,786	123,778
2025	484	22,807	70,372	687	36,786	123,778
2021~2025	2,420	114,035	351,858	3,434	183,932	618,889
2026~2030	628	29,608	91,356	892	47,756	160,687
2031~2035	628	29,608	91,356	892	47,756	160,687
2036~2040	754	35,529	109,627	1,070	57,307	192,824
합계	4,430	208,779	644,197	6,287	336,751	1,133,087

□ 상업건물 BRP

○ 민간 상업건물의 BRP는 2020년부터 매년 3,000개소로 확대하여 2040년까지 총 63,000개소에 실행을 목표로 함

〈표 5-14〉 상업건물 BRP 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
상업건물 BRP	BRP개소(개소)	3,000	6,000	9,000	12,000	15,000	18,000	33,000	48,000	63,000

○ 상업건물 BRP를 위한 소요 비용은 총 60,000십억원이며 국비 6,000십억원, 시비 6,000십억원, 민간자본 48,000십억원으로 구성됨

〈표 5-15〉 상업건물 BRP 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
상업건물 BRP	국비	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	6,000,000
	시비	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	6,000,000
	민간	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000	48,000,000
	소계	15,000,000	15,000,000	15,000,000	15,000,000	60,000,000

○ 향후 20년 간 상업건물 BRP 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 588,527명, 부가가치유발효과는 25,623,310백만원, 생산유발효과는 75,515,750백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 860,693명, 부가가치유발효과 43,276,125백만원, 생산유발효과 141,196,777백만원으로 예상됨

〈표 5-16〉 상업건물 BRP 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	29,426	1,281,165	3,775,788	43,035	2,163,806	7,059,839
2022	29,426	1,281,165	3,775,788	43,035	2,163,806	7,059,839
2023	29,426	1,281,165	3,775,788	43,035	2,163,806	7,059,839
2024	29,426	1,281,165	3,775,788	43,035	2,163,806	7,059,839
2025	29,426	1,281,165	3,775,788	43,035	2,163,806	7,059,839
2021~2025	147,132	6,405,827	18,878,938	215,173	10,819,031	35,299,194
2026~2030	147,132	6,405,827	18,878,938	215,173	10,819,031	35,299,194
2031~2035	147,132	6,405,827	18,878,938	215,173	10,819,031	35,299,194
2036~2040	147,132	6,405,827	18,878,938	215,173	10,819,031	35,299,194
합계	588,527	25,623,310	75,515,750	860,693	43,276,125	141,196,777

□ 주택 BRP

○ 주택 BRP는 매년 20,000개소로 확대하여 2040년까지 총 42만개소에 실행을 목표로 함

〈표 5-17〉 주택 BRP 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
주택 BRP	BRP개소 (천개소)	20	40	60	80	100	120	220	320	420

○ 주택 BRP를 위한 소요 비용은 총 3,246십억원이며 국비 1,623,135백만원, 시비 1,623,135백만원으로 구성됨

〈표 5-18〉 주택 BRP 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
주택 BRP	국비	405,784	405,784	405,784	405,784	1,623,135
	시비	405,784	405,784	405,784	405,784	1,623,135
	민간	-	-	-	-	-
	소계	811,568	811,568	811,568	811,568	3,246,271

○ 주택 BRP 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 31,842명, 부가가치유발효과는 1,386,337백만원, 생산유발효과는 4,085,743백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 46,567명, 부가가치유발효과 2,341,434백만원, 생산유발효과 7,639,383백만원으로 예상됨

〈표 5-19〉 주택 BRP 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	1,592	69,317	204,287	2,328	117,072	381,969
2022	1,592	69,317	204,287	2,328	117,072	381,969
2023	1,592	69,317	204,287	2,328	117,072	381,969
2024	1,592	69,317	204,287	2,328	117,072	381,969
2025	1,592	69,317	204,287	2,328	117,072	381,969
2021~2025	7,960	346,584	1,021,436	11,642	585,358	1,909,846
2026~2030	7,960	346,584	1,021,436	11,642	585,358	1,909,846
2031~2035	7,960	346,584	1,021,436	11,642	585,358	1,909,846
2036~2040	7,960	346,584	1,021,436	11,642	585,358	1,909,846
합계	31,842	1,386,337	4,085,743	46,567	2,341,434	7,639,383

□ 공공건물 에너지 효율화

○ 2040년까지 공공건물 중 교육·복지용도 건물의 770㎡, 업무시설의 580㎡, 의료시설의 358㎡에 에너지효율화 실시 목표

- 현재 3,000㎡ 이상인 공공건물 에너지 진단 의무대상 기준을 1,500㎡와 1,000㎡로 단계적 확대
- 전체 서울시 소유 2,373개 건물 중 서울시 소재 건물은 1,916개임. 이 중 3,000㎡ 이상인 건물은 328개소, 1,500㎡ 이상인 건물은 490개소, 그리고 1,000㎡ 이상인 건물은 595개소임
- 1,000㎡ 이상의 교육·복지, 업무, 의료시설의 단위면적당 최종에너지 소비를 절반으로 줄이는 것을 목표로 설정

〈표 5-20〉 공공건물 에너지 효율화 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
공공건물 에너지 효율화	교육복지건물 적용면적(㎡)	39	45	52	60	70	81	172	364	770
	업무시설 적용면적(㎡)	29	34	39	45	53	61	130	274	580
	의료시설 적용면적(㎡)	18	21	24	28	33	38	80	169	358

○ 공공건물 에너지 효율화에 필요한 소요 비용은 교육복지시설 303십억원, 업무시설 110십억원, 의료시설 141십억원으로 총 553십억원임

〈표 5-21〉 공공건물 에너지 효율화 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명		재원	목표연도별 사업비				
			2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
공공건물 에너지 효율화	교육복지시설	국비	8,874	18,766	39,687	83,930	151,256
		시비	8,874	18,766	39,687	83,930	151,256
		민간	-	-	-	-	-
		소계	17,747	37,532	79,373	167,859	302,512
	업무시설	국비	3,232	6,835	14,454	30,564	55,085
		시비	3,232	6,835	14,454	30,564	55,085
		민간	-	-	-	-	-
		소계	6,465	13,670	28,907	61,128	110,170
	의료시설	국비	4,124	8,722	18,445	39,007	70,298
		시비	4,124	8,722	18,445	39,007	70,298
		민간	-	-	-	-	-
		소계	8,249	17,444	36,890	78,013	140,596

○ 2021년부터 2040년까지 공공건물 에너지 효율화의 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 교육복지시설 고용유발효과 2,967명, 부가가치유발효과는 129,190백만원, 생산유발효과는 380,741백만원, 업무시설 고용유발효과 1,081명, 부가가치유발효과는 47,049백만원, 생산유발효과는 138,660백만원, 의료시설 고용유발효과 1,379명, 부가가치유발효과는 60,042백만원, 생산유발효과는 176,953백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 교육복지시설 고용유발효과 4,340명, 부가가치유발효과는 218,193백만원, 생산유발효과는 711,896백만원, 업무시설 고용유발효과 1,580명, 부가가치유발효과는 79,462백만원, 생산유발효과는 259,261백만원, 의료시설 고용유발효과 2,017명, 부가가치유발효과는 101,407백만원, 생산유발효과는 330,861백만원으로 예상됨

○ 공공건물의 에너지 효율화 사업 확대를 통해 건물에너지효율 시장 확대와 기술개발을 촉진을 기대할 수 있음

- 공공건물 BRP는 민간건물로 시장을 확대할 수 있는 마중물 역할 가능

〈표 5-22〉 교육복지시설 건물 에너지 효율화 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	25	1,099	3,238	37	1,855	6,054
2022	29	1,276	3,761	43	2,155	7,032
2023	34	1,482	4,369	50	2,504	8,168
2024	40	1,722	5,075	58	2,908	9,488
2025	46	2,000	5,895	67	3,378	11,022
2021~2025	174	7,579	22,337	225	12,801	41,765
2026~2030	368	16,028	47,238	538	27,071	88,324
2031~2035	779	33,897	99,899	1,139	57,250	186,788
2036~2040	1,646	71,685	211,267	2,408	121,072	395,020
합계	2,967	129,190	380,741	4,340	218,193	711,896

〈표 5-23〉 업무시설 건물 에너지 효율화 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	9	400	1,179	13	676	2,205
2022	11	465	1,370	16	785	2,562
2023	12	540	1,591	18	912	2,975
2024	14	627	1,848	21	1,059	3,456
2025	17	729	2,147	24	1,230	4,015
2021~2025	63	2,761	8,136	93	4,663	15,213
2026~2030	134	5,838	17,205	196	9,860	32,170
2031~2035	284	12,345	36,383	415	20,850	68,027
2036~2040	600	26,105	76,935	877	44,090	143,851
합계	1,081	47,049	138,660	1,580	79,462	259,261

〈표 5-24〉 의료시설 건물 에너지 효율화 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	12	511	1,505	17	862	2,814
2022	14	593	1,748	20	1,002	3,268
2023	16	689	2,031	23	1,164	3,797
2024	18	800	2,359	27	1,352	4,410
2025	21	930	2,740	31	1,570	5,123
2021~2025	81	3,523	10,382	118	5,950	19,412
2026~2030	171	7,450	21,955	250	12,582	41,051
2031~2035	362	15,754	46,429	529	26,608	86,812
2036~2040	765	33,316	98,187	1,119	56,268	183,587
합계	1,379	60,042	176,953	2,017	101,407	330,861

□ 사회복지시설 BRP

○ 사회복지시설 BRP는 BRP 시장 확대와 에너지복지 개선에 모두 긍정적 영향을 미침

○ 사회복지시설 BRP는 2040년까지 625개소로 목표 설정

- 대상 건물의 선정은 에너지 소비량과 절감효과, 건물 노후도, 구조 안전성, 확산 효과 등을 고려하여 우선 연도별 사업 목록(등대 인벤토리) 작성
- 기기별 교체인 retrofit보다는 전기, 수도 등 시설개선과 에너지효율 개선을 함께 진행하는 리모델링 방식이 경제성, 에너지 절감량, 사용자 만족도 측면에서 효과적임

〈표 5-25〉 사회복지시설 BRP 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
사회복지시설 BRP	사회복지시설 BRP개소(개소)	50	100	150	200	250	275	400	525	625

○ 사회복지시설 BRP를 위한 소요 비용은 총 288십억원이며 국비 144십억원, 시비 144십억원으로 구성됨

〈표 5-26〉 사회복지시설 BRP 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
사회복지시설 BRP	국비	56,250	31,250	31,250	25,000	143,750
	시비	56,250	31,250	31,250	25,000	143,750
	민간	-	-	-	-	-
	소계	112,500	62,500	62,500	50,000	287,500

○ 2021년부터 향후 20년 간 사회복지시설 BRP 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 2,820명, 부가가치유발효과는 122,778백만원, 생산유발효과는 361,846백만원으로 예상됨

- 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 4,124명, 부가가치유발효과 207,365백만원, 생산유발효과 676,568백만원으로 예상됨

〈표 5-27〉 사회복지시설 BRP 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	245	10,676	31,465	359	18,032	58,832
2022	245	10,676	31,465	359	18,032	58,832
2023	245	10,676	31,465	359	18,032	58,832
2024	245	10,676	31,465	359	18,032	58,832
2025	123	5,338	15,732	179	9,016	29,416
2021~2025	1,103	48,044	141,592	1,614	81,143	264,744
2026~2030	613	26,691	78,662	897	45,079	147,080
2031~2035	613	26,691	78,662	897	45,079	147,080
2036~2040	490	21,353	62,930	717	45,079	117,664
합계	2,820	122,778	361,846	4,124	207,365	676,568

□ 공공 임대주택 BRP

○ 공공 임대주택 BRP는 2020년 4,500개소로 시작하여 2040년까지 94,500개소에 실시하는 것을 목표로 설정함

〈표 5-28〉 공공 임대주택 BRP 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
공공 임대주택 BRP	BRP개소 (천개소)	4.5	9	13.5	18	22.5	27	49.5	72	94.5

○ 공공임대주택 BRP를 위한 소요 비용은 총 71,370십억원이며 국비와 시비 각각 35,685십억원로 구성됨

〈표 5-29〉 공공임대주택 BRP 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
공공 임대주택 BRP	국비	8,921,250	8,921,250	8,921,250	8,921,250	35,685,000
	시비	8,921,250	8,921,250	8,921,250	8,921,250	35,685,000
	민간	-	-	-	-	-
	소계	17,842,500	17,842,500	17,842,500	17,842,500	71,370,000

○ 2021년부터 2040년까지 공공 임대주택 BRP 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 700,053명, 부가가치유발효과는 30,478,927백만원, 생산유발효과는 89,825,985백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,023,795명, 부가가치유발효과 51,476,951백만원, 생산유발효과 167,953,567백만원으로 예상됨

〈표 5-30〉 공공 임대주택 BRP 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	35,003	1,523,946	4,491,299	51,190	2,573,848	8,397,678
2022	35,003	1,523,946	4,491,299	51,190	2,573,848	8,397,678
2023	35,003	1,523,946	4,491,299	51,190	2,573,848	8,397,678
2024	35,003	1,523,946	4,491,299	51,190	2,573,848	8,397,678
2025	35,003	1,523,946	4,491,299	51,190	2,573,848	8,397,678
2021~2025	175,013	7,619,732	22,456,496	255,949	12,869,238	41,988,392
2026~2030	175,013	7,619,732	22,456,496	255,949	12,869,238	41,988,392
2031~2035	175,013	7,619,732	22,456,496	255,949	12,869,238	41,988,392
2036~2040	175,013	7,619,732	22,456,496	255,949	12,869,238	41,988,392
합계	700,053	30,478,927	89,825,985	1,023,795	51,476,951	167,953,567

□ 수요반응자원

○ 수요반응자원(DR, demand response) 거래 제도는 전기사용자가 전력시장 가격이 높을 때 또는 전력수요가 높을 때 아낀 전기를 전력시장에 판매하고 금전으로 보상받는 제도임

○ 서울시는 약 13.2㎿의 수요반응자원 운영 중이며 2025년 100㎿ 확대 계획 중

- 2019년 서울시의 20개소 공공건물 및 사업소에 6.4㎿, 서울에너지공사는 18개소 공공건물 및 공동주택 6.8㎿의 수요반응자원을 운영하고 있음

- 서울에너지공사는 2025년까지 100㎿의 수요자원 기반 가상발전소 운영을 계획하고 있음

〈표 5-31〉 수요반응자원 활용 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
수요반응자원	수요반응자원(㎿)	25	40	55	70	85	100	171	292	500
	발령시간(시간)	25	29	33	38	44	51	106	218	450

○ 수요반응자원 확대를 위한 소요 비용은 총 411,032백만원이며 민간자본으로만 구성됨

〈표 5-32〉 수요반응자원 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
수요반응자원	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	33,600	66,992	114,555	195,886	411,032
	소계	33,600	66,992	114,555	195,886	411,032

○ 향후 20년 간 수요반응자원 활용이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 4,022명, 부가가치유발효과는 347,238백만원, 생산유발효과는 467,563백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 4,569명, 부가가치유발효과 373,676백만원, 생산유발효과 555,236백만원으로 예상됨

〈표 5-33〉 수요반응자원 투자에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	38	3,244	4,368	43	3,491	5,187
2022	52	4,461	6,006	59	4,800	7,132
2023	66	5,677	7,644	75	6,109	9,078
2024	80	6,894	9,282	91	7,418	11,023
2025	94	8,110	10,920	107	8,728	12,968
2021~2025	329	28,385	38,221	373	30,546	45,388
2026~2030	656	56,595	76,206	744	60,903	90,495
2031~2035	1,121	96,775	130,310	1,273	104,143	154,744
2036~2040	1,917	165,483	222,826	2,176	178,083	264,609
합계	4,022	347,238	467,563	4,567	373,676	555,236

□ 에코마일리지

○ 에코마일리지 제도는 2009년 9월부터 건물부문의 에너지소비 및 온실가스 감축을 촉진하기 위해 시행하고 있는 제도임

- 전기, 수도, 도시가스(지역난방 포함) 등을 절약한 데 대해 마일리지 방식의 인센티브를 제공하는 시민참여 프로그램임

- 회원은 개인회원과 단체회원으로 나뉘며 에너지 절약평가는 6개월 단위로 직전 2년간의 같은 기간 평균사용량을 당해연도 에너지 사용량과 비교함. 이에 따라 개인회원에게는 마일리지를, 단체회원에게는 현금을 인센티브로 제공함

○ 2018년 기준 에코마일리지 회원 수는 204만 명으로 집계됨. 이 중 개인회원이 198만 명으로 전체 회원의 97%를 차지하고 있음

- 날씨 등의 영향으로 연도별 에너지 절감량은 다소 큰 차이가 있으나 2014~2017년 사이 연평균

27천TOE를 절감한 것으로 나타남

○ 에코마일리지 확대 목표는 2040년 300만명으로 설정

- 서울시는 2020년 230만명의 회원을 목표로 하고 있음

〈표 5-34〉 에코마일리지 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
에코마일리지	회원수(천명)	2,300	2,331	2,362	2,394	2,426	2,458	2,627	2,807	3,000

○ 에코마일리지 확대를 위한 소요 비용은 총 159십억원이며, 국비 11,139백만원, 시비 147,985백만원으로 구성됨

〈표 5-35〉 에코마일리지 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
에코마일리지	국비	2,514	2,686	2,871	3,068	11,139
	시비	33,395	35,689	38,140	40,760	147,985
	민간	-	-	-	-	-
	소계	35,909	38,375	41,011	43,828	159,123

○ 향후 20년 간 에코마일리지 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,557명, 부가가치유발효과는 134,427백만원, 생산유발효과는 181,008백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,768명, 부가가치유발효과 144,662백만원, 생산유발효과 214,949백만원으로 예상됨

〈표 5-36〉 에코마일리지 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	68	5,907	7,954	78	6,357	9,445
2022	69	5,986	8,060	79	6,442	9,572
2023	70	6,066	8,168	80	6,528	9,700
2024	71	6,147	8,277	81	6,615	9,829
2025	72	6,229	8,388	82	6,704	9,961
2021~2025	351	30,336	40,848	399	32,646	48,507
2026~2030	376	32,419	43,653	426	34,888	51,839
2031~2035	401	34,646	46,652	456	37,284	55,399
2036~2040	429	37,026	49,856	487	39,845	59,204
합계	1,557	134,427	181,008	1,768	144,662	214,949

2) 수송부문 사업 계획

□ 승용차 마일리지 제도

○ 승용차 마일리지 제도는 주행거리 감축량을 인센티브로 부여함

- 가입 대상은 서울시 등록 12인승 이하 비영업용 승용차·승합차의 소유자이며, 2019년 12월 기준 112,395대가 가입해 있음
- 승용차마일리지에는 기준 주행거리대비 실제 주행거리 감축시 지급하는 주행거리 감축 마일리지와 비상저감조치 발령시 차량 미운행에 대해 포인트를 지급하는 비상저감조치 참여 마일리지 2가지가 있음

○ 승용차 마일리지 제도를 통해 교통량 감축으로 온실가스를 저감할 수 있음

〈표 5-37〉 승용차 마일리지제 교통량 감축 효과

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년 이후
참여자(만대)	5	10	15	20	25
총 감축량(만㎞)	2,215	3,407	4,357	5,104	5,688
온실가스(톤CO_2)	3,866	5,946	7,605	8,909	9,929

자료: https://driving-mileage.seoul.go.kr(서울시 승용차 마일리지 홈페이지)

○ 승용차 마일리지 제도는 2040년까지 60만대가 참여하도록 확대할 예정

〈표 5-38〉 승용차 마일리지 제도 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
승용차 마일리지 제도	참여대수(만대)	20	30	40	45	48	50	56	58	60

○ 승용차 마일리지 제도 확대를 위한 예상 소요 비용은 총 11,123백만원이며 시비로만 구성됨

〈표 5-39〉 승용차 마일리지 제도 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
승용차 마일리지 제도	국비	-	-	-	-	-
	시비	8,342	1,668	556	556	11,123
	민간	-	-	-	-	-
	소계	8,342	1,668	556	556	11,123

○ 향후 20년 간 승용차 마일리지 제도 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 109명, 부가가치유발효과는 9,396백만원, 생산유발효과는 12,652백만원으로 예상됨

- 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 124명, 부가가치유발효과 10,112백만원, 생산유발효과 15,025백만원으로 예상됨

〈표 5-40〉 승용차 마일리지 제도 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	27	2,349	3,163	31	2,528	3,756
2022	27	2,349	3,163	31	2,528	3,756
2023	14	1,175	1,582	15	1,264	1,878
2024	8	705	949	9	758	1,127
2025	5	470	633	6	506	751
2021~2025	82	7,047	9,489	93	7,584	11,269
2026~2030	16	1,409	1,898	19	1,517	2,254
2031~2035	5	470	633	6	506	751
2036~2040	5	470	633	6	506	751
합계	109	9,396	12,652	124	10,112	15,025

□ **나눔카**

○ 나눔카(카셰어링)은 차량을 소유하지 않고 공유하는 방식으로 불필요한 차량의 보유를 억제할 수 있으며 개인승용차 이용 접근성이 낮은 계층에 대한 교통서비스 제공이 가능함

- 서울시는 최근 나눔카 3기 추진 사업에서 제도적 기반 강화를 통해 나눔카를 준대중교통으로 확산하기 위한 노력을 추진 중이며, 이를 통해 보급대수를 1만 대로 확대할 계획을 수립함

○ 2040년까지 2만대 보급을 목표로 설정

- 중장기적으로 자동차 보유대수 및 교통량 감소를 통해 나눔카 100대 당 에너지 340TOE, 온실가스 720톤이 줄어드는 효과를 기대할 수 있음

〈표 5-41〉 나눔카 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
나눔카	보급대수(천대)	7	9	10	10	10	10	15	20	20

○ 나눔카 보급을 위한 소요 비용은 총 325십억원이며 민간자본으로만 구성될 것으로 예상됨

〈표 5-42〉 나눔카 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
나눔카	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	75,000	125,000	125,000	-	325,000
	소계	75,000	125,000	125,000	-	325,000

○ 2021년부터 2040년까지 나눔카 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,320명, 부가가치유발효과는 87,323백만원, 생산유발효과는 400,149백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미칠 경제적 효과는 고용유발효과 3,137명, 부가가치유발효과 212,969백만원, 생산유발효과 889,266백만원으로 예상됨

〈표 5-43〉 나눔카 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	203	13,434	61,561	483	32,765	136,810
2022	102	6,717	30,781	241	16,382	68,405
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	305	20,151	92,342	724	49,147	205,215
2026~2030	508	33,586	153,903	1,206	81,911	342,025
2031~2035	508	33,586	153,903	1,206	81,911	342,025
2036~2040	-	-	-	-	-	-
합계	1,320	87,323	400,149	3,137	212,969	889,266

□ 도시철도 연장

○ 서울의 대중교통 정책은 대중교통 시설확대, 대중교통 안전관리 강화, 교통약자를 위한 대중교통 서비스, 대중교통 운영효율화, 대중교통 재정건전성 확보, 교통수요관리와 같이 6가지 중점항목으로 추진되고 있음

- 대중교통 시설확대 측면에서 서울시 제3기 도시철도 계획, 수도권 광역철도건설, 지하철 9호선 연장 등의 도시철도 공급확대 계획에 따른 대중교통 기반시설의 확대가 추진되고 있음

○ 2025년까지 국철을 포함하여 누적 522㎞로 연장할 것을 목표로 설정

〈표 5-44〉 도시철도 연장 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025
도시철도 연장	철도연장(㎞)	460	465	470	485	500	522

○ 도시철도 연장을 위한 소요 비용은 총 5,974십억원이며 국비 597십억원, 시비 2,090십억원, 민간자본 3,286십억원으로 구성됨

〈표 5-45〉 도시철도 연장 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
도시철도 연장	국비	597,400	-	-	-	597,400
	시비	2,090,900	-	-	-	2,090,900
	민간	3,285,700	-	-	-	3,285,700
	소계	5,974,000	-	-	-	5,974,000

○ 향후 20년 간 도시철도 연장이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 51,924명, 부가가치유발효과는 2,694,076백만원, 생산유발효과는 7,351,475백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 75,707명, 부가가치유발효과 4,376,677백만원, 생산유발효과 14,168,139백만원으로 예상됨

〈표 5-46〉 도시철도 연장에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	4,201	217,967	594,780	6,125	354,100	1,146,290
2022	4,201	217,967	594,780	6,125	354,100	1,146,290
2023	12,603	653,902	1,784,339	18,376	1,062,300	3,438,869
2024	12,603	653,902	1,784,339	18,376	1,062,300	3,438,869
2025	18,316	950,338	2,593,239	26,706	1,543,876	4,997,822
2021~2025	51,924	2,694,076	7,351,475	75,707	4,376,677	14,168,139
2026~2030	-	-	-	-	-	-
2031~2035	-	-	-	-	-	-
2036~2040	-	-	-	-	-	-
합계	51,924	2,694,076	7,351,475	75,707	4,376,677	14,168,139

□ 중앙버스전용차로

○ 중앙버스전용차로는 2025년까지 누적 214㎞로 연장할 것을 목표로 설정함

〈표 5-47〉 중앙버스전용차로 연장 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025
중앙버스전용차로 연장	전용차로연장(㎞)	135	147	170	185	200	214

○ 중앙버스전용차로 연장을 위한 소요 비용은 시비로만 구성되며 255십억원으로 예상됨

〈표 5-48〉 중앙버스전용차로 연장 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
중앙버스전용차로 연장	국비	-	-	-	-	-
	시비	254,955	-	-	-	254,955
	민간	-	-	-	-	-
	소계	254,955	-	-	-	254,955

○ 향후 20년 간 중앙버스전용차로 연장이 서울에 가져올 경제적 효과는 고용유발효과 2,216명, 부가가치유발효과는 114,976백만원, 생산유발효과는 313,742백만원으로 예상됨

- 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 3,231명, 부가가치유발효과 186,785백만원, 생산유발효과 604,659백만원으로 예상됨

〈표 5-49〉 중앙버스전용차로 연장에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	337	17,465	47,657	491	28,372	91,847
2022	645	33,474	91,342	941	54,380	176,040
2023	421	21,831	59,571	613	35,466	114,809
2024	421	21,831	59,571	613	35,466	114,809
2025	393	20,376	55,600	573	33,101	107,155
2021~2025	2,216	114,976	313,742	3,231	186,785	604,659
2026~2030	-	-	-	-	-	-
2031~2035	-	-	-	-	-	-
2036~2040	-	-	-	-	-	-
합계	2,216	114,976	313,742	3,231	186,785	604,659

□ 보도율

○ 서울시는 「서울시 도시교통정비 기본계획」에서 '승용차에 의존하지 않아도 편리하게 생활할 수 있는 서울'을 비전으로 설정하고 보행을 지구 내에서 통행우선권을 갖는 주교통 수단으로 위상을 강화하고자 함

○ 보행 활성화와 편의, 안전 개선 위해 다음과 같은 대책을 수립

- 보행 활성화를 위하여 1) 길의 높낮이 차와 끊김이 없는 편리한 서울 길, 2) 공간의 속도를 보행자의 속도에 맞춘 안전한 서울 길, 3) 차로 폭과 수가 줄어든 쾌적한 서울 길을 3대 기본원칙으로는 한 대책을 수립하였음

- 보행 편의와 안전을 개선하기 위해 보행환경 개선지구 및 보행자 전용길 등을 지정하여 조성하고

있으며, 보행-따릉이-나눔카-버스-지하철 등을 아우르는 맞춤형 이동경로를 알려주는 '보행-대중교통 통합연계시스템'을 구축할 예정임

○ 보도율은 매년 0.2%씩 높여 2040년에 16.0% 달성을 목표로 설정함

〈표 5-50〉 보도율 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
보도율 확대	보도율(%)	12.0	12.2	12.4	12.6	12.8	13.0	14.0	15.0	16.0

○ 보도율을 높이기 위한 추정 소요 비용은 총 1,158십억원이며 시비로 구성됨

〈표 5-51〉 보도율 확대 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
보도율 확대	국비	-	-	-	-	-
	시비	289,533	289,533	289,533	289,533	1,158,133
	민간	-	-	-	-	-
	소계	289,533	289,533	289,533	289,533	1,158,133

○ 향후 20년 간 보도율 상승이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 10,066명, 부가가치유발효과는 522,280백만원, 생산유발효과는 1,425,174백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 가져올 경제적 효과는 고용유발효과 14,677명, 부가가치유발효과 848,473백만원, 생산유발효과 2,746,668백만원으로 예상됨

〈표 5-52〉 보도율 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	503	26,114	71,259	734	42,424	137,333
2022	503	26,114	71,259	734	42,424	137,333
2023	503	26,114	71,259	734	42,424	137,333
2024	503	26,114	71,259	734	42,424	137,333
2025	503	26,114	71,259	734	42,424	137,333
2021~2025	2,517	130,570	356,293	3,669	212,118	686,667
2026~2030	2,517	130,570	356,293	3,669	212,118	686,667
2031~2035	2,517	130,570	356,293	3,669	212,118	686,667
2036~2040	2,517	130,570	356,293	3,669	212,118	686,667
합계	10,066	522,280	1,425,174	14,677	848,473	2,746,668

□ 자전거도로 연장

○ 자전거 이용 편의 증진을 위해 자전거 도로 높이 개선과 자전거 전용도로망 계획

- 기존의 자전거 도로는 차도와 같은 높이로 설계되었으나, 안전하고 원활한 자전거 주행을 위해 자전거 도로를 보도와 같은 높이로 높여 차도와 물리적으로 분리하는 방향으로 전환할 예정임
- 기존 자전거 도로 이외에 자전거 전용도로망인 '자전거 하이웨이'(CRT)를 도입하여, 버스전용차로 등 도로 위 공간을 활용한 캐노피형, 한강 다리 옆을 달리는 튜브형, 녹지 위를 달리는 그린 카펫형 등 구조물과 지형 특성에 맞게 구축할 계획을 수립함

○ 자전거도로 연장은 2040년까지 누적 2,000㎞ 달성을 목표로 설정함

〈표 5-53〉 자전거도로 연장 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
자전거도로 연장	자전거도로 연장(㎞)	900	970	1,040	1,110	1,180	1,250	1,600	1,800	2,000

○ 자전거도로 연장을 위한 소요 비용은 총 1,110십억원이며 시비만 투자될 것으로 예상

〈표 5-54〉 자전거도로 연장 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
자전거도로 연장	국비	-	-	-	-	-
	시비	353,302	353,302	201,887	201,887	1,110,377
	민간	-	-	-	-	-
	소계	353,302	353,302	201,887	201,887	1,110,377

○ 향후 20년 간 자전거도로 연장이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 9,651명, 부가가치유발효과는 500,743백만원, 생산유발효과는 1,366,406백만원으로 예상됨

- 전국에 가져올 경제 효과는 고용유발효과 14,072명, 부가가치유발효과 813,486백만원, 생산유발효과 2,633,408백만원으로 예상됨

〈표 5-55〉 자전거도로 연장에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	614	31,865	86,953	895	51,767	167,581
2022	614	31,865	86,953	895	51,767	167,581
2023	614	31,865	86,953	895	51,767	167,581
2024	614	31,865	86,953	895	51,767	167,581
2025	614	31,865	86,953	895	51,767	167,581
2021~2025	3,071	159,327	434,766	4,477	258,836	837,903
2026~2030	3,071	159,327	434,766	4,477	258,836	837,903
2031~2035	1,755	91,044	248,438	2,558	147,906	478,801
2036~2040	1,755	91,044	248,438	2,558	147,906	478,801
합계	9,651	500,743	1,366,406	14,072	813,486	2,633,408

□ 공공자전거 이용 확대

○ 공공자전거 이용 확대는 이용실적을 기준으로 2040년 7백만건 대여 달성을 목표로 설정함

〈표 5-56〉 공공자전거 이용 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
공공자전거 이용 확대	대여건수(천건)	3,500	3,700	3,900	4,100	4,300	4,500	5,500	6,500	7,000

○ 공공자전거 이용 확대를 위한 소요 비용은 총 111십억원이며 시비로 구성됨

〈표 5-57〉 공공자전거 이용 확대 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
공공자전거 이용 확대	국비	-	-	-	-	-
	시비	20,500	25,500	30,500	34,000	110,500
	민간	-	-	-	-	-
	소계	20,500	25,500	30,500	34,000	110,500

○ 2021년부터 2040년까지 공공자전거 이용 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,081명, 부가가치유발효과는 93,350백만원, 생산유발효과는 125,697백만원으로 추정됨

- 전국의 경제적 효과는 고용유발효과 1,228명, 부가가치유발효과 100,457백만원, 생산유발효과 149,267백만원으로 예상됨

〈표 5-58〉 공공자전거 이용 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	36	3,126	4,209	41	3,364	4,998
2022	38	3,295	4,436	43	3,546	5,268
2023	40	3,464	4,664	46	3,727	5,538
2024	42	3,633	4,891	48	3,909	5,809
2025	44	3,802	5,119	50	4,091	6,079
2021~2025	201	17,318	23,319	228	18,637	27,692
2026~2030	250	21,542	29,007	283	23,182	34,446
2031~2035	298	25,766	34,695	339	27,728	41,200
2036~2040	333	28,723	38,676	378	30,910	45,928
합계	1,081	93,350	125,697	1,228	100,457	149,267

□ 공유 개인교통수단 이용 확대

○ 서울시 교통정책의 패러다임은 개인 소유교통(Own)보다는 함께 나눠 쓰는 공유교통(Share)으로 변화하고 있음

○ 공유 개인교통수단은 2040년까지 60,000대 운영을 목표함

〈표 5-59〉 공유 개인교통수단 이용 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
공유 개인교통수단 이용 확대	운영대수(천대)	30	38	43	46	48	50	56	59	60

○ 공유 개인교통수단 확대를 위한 소요 비용은 총 51십억원이며 국비 2,535백만원, 민간자본 48,165백만원으로 구성됨

〈표 5-60〉 공유 개인교통수단 이용 확대 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
공유 개인교통수단 이용 확대	국비	1,690	507	254	85	2,535
	시비	-	-	-	-	-
	민간	32,110	9,633	4,817	1,606	48,165
	소계	33,800	10,140	5,070	1,690	50,700

○ 공유 개인교통수단 확대가 향후 20년 간 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 182명, 부가가치유발효과는 16,535백만원, 생산유발효과는 57,381백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 340명, 부가가치유발효과 27,827백만원, 생산유발효과 105,954백만원으로 예상됨

〈표 5-61〉 공유 개인교통수단 이용 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	48	4,409	15,302	91	7,420	28,254
2022	30	2,756	9,563	57	4,638	17,659
2023	18	1,653	5,738	34	2,783	10,595
2024	18	1,102	3,825	23	1,855	7,064
2025	12	1,102	3,825	23	1,855	7,064
2021~2025	121	11,023	38,254	227	18,551	70,636
2026~2030	36	3,307	11,476	68	5,565	21,191
2031~2035	18	1,653	5,738	34	2,783	10,595
2036~2040	6	551	1,913	11	928	3,532
합계	182	16,535	57,381	340	27,827	105,954

□ 전기차

○ 서울시는 서울시 및 산하기관이 보유한 차량 중 전환이 가능한 업무용 차량을 전기·수소차로 우선 전환하는 계획을 수립하고 전기·수소차로 도입 중임

- 2019년 기준 보유차량 4,822대 중 13.1%가 전기차 [41)]

41) 서울시, 2019, 2019년 전기·수소차 보급 및 인프라 확충 계획

○ 또한, 연도별 전기차 보급계획을 확대하여 총 648,750백만원의 예산으로 2025년까지 전기차 10만 대를 보급할 계획

○ 민간의 전기차 전환을 유도하기 위해서는 환경부가 선정한 차량을 대상으로 구매보조금을 지원하고 노후차량 폐차 후 전기차 전환 시 추가적인 보조금을 지원할 예정임

○ 전기차 보급은 매년 점유율을 늘려 2040년 30% 달성을 목표로 설정함

〈표 5-62〉 전기차 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
전기차	점유율(%)	1.0%	1.4%	2.1%	2.8%	3.8%	4.9%	9.2%	18.0%	30.0%

○ 전기차 보급 확대를 위한 소요 비용은 총 32,065십억원이며 국비 6,351십억원, 시비 3,485십억원, 민간자본 22,229십억원으로 구성됨

〈표 5-63〉 전기차 보급 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
전기차	국비	854,123	941,725	1,927,251	2,628,070	6,351,170
	시비	468,726	516,800	1,057,638	1,442,234	3,485,398
	민간	2,989,430	3,296,038	6,745,380	9,198,246	22,229,093
	소계	4,312,279	4,754,564	9,730,269	13,268,549	32,065,661

○ 향후 20년 간 전기차 보급 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 130,230명, 부가가치유발효과는 8,615,592백만원, 생산유발효과는 39,480,081백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 309,459명, 부가가치유발효과 21,012,312백만원, 생산유발효과 87,738,167백만원으로 예상됨

〈표 5-64〉 전기차 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	1,796	118,836	544,553	4,268	289,825	1,210,182
2022	2,919	193,108	884,898	6,936	470,966	1,966,545
2023	3,503	231,730	1,061,878	8,323	565,159	2,359,854
2024	4,356	288,177	1,320,541	10,351	702,826	2,934,690
2025	4,940	326,798	1,497,520	11,738	797,019	3,327,999
2021~2025	17,514	1,158,649	5,309,390	41,617	2,825,794	11,799,271
2026~2030	19,310	1,277,484	5,853,943	45,885	3,115,619	13,009,452
2031~2035	39,518	2,614,386	11,980,162	93,905	6,376,150	26,623,995
2036~2040	53,888	3,565,072	16,336,585	128,052	8,694,750	36,305,448
합계	130,230	8,615,592	39,480,081	309,459	21,012,312	87,738,167

□ 수소차

○ 수소차 또한 서울시 및 산하기관에서 차량 신규 구매시 전기차와 함께 도입 중에 있으며, 연도별 보급계획은 향후 시장 도입여건을 고려하여 2022년까지 4,000대를 보급할 예정임

○ 점유율로는 2040년까지 20%를 보급하는 것이 목표

〈표 5-65〉 수소차 확대 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
수소차	점유율(%)	0.5%	0.7%	1.0%	1.4%	1.9%	2.5%	5.1%	11.3%	20.0%

○ 수소차 보급 확대에 필요한 소요 비용은 총 35,883십억원으로 국비 11,718십억원, 시비 6,510십억원, 민간자본 17,655십억원으로 구성됨

〈표 5-66〉 수소차 확대 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
수소차	국비	1,171,815	1,592,466	3,725,770	5,228,097	11,718,148
	시비	651,008	884,703	2,069,872	2,904,498	6,510,082
	민간	1,765,534	2,399,316	5,613,494	7,876,999	17,655,343
	소계	3,588,357	4,876,486	11,409,136	16,009,594	35,883,574

○ 향후 20년 간 수소차 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 145,736명, 부가가치유발효과는 9,641,411백만원, 생산유발효과는 44,180,795백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 가져올 경제적 효과는 고용유발효과 346,305명, 부가가치유발효과 23,514,153백만원, 생산유발효과 98,184,753백만원으로 예상됨

〈표 5-67〉 수소차 확대에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	1,495	98,886	453,136	3,552	241,171	1,007,023
2022	2,429	160,690	736,347	5,772	391,903	1,636,413
2023	2,915	192,828	883,616	6,926	470,283	1,963,695
2024	3,625	239,799	1,098,856	8,613	584,839	2,442,031
2025	4,110	271,937	1,246,125	9,768	663,220	2,769,314
2021~2025	14,574	964,141	4,418,079	34,630	2,351,415	9,818,475
2026~2030	19,805	1,310,243	6,004,057	47,062	3,195,513	13,343,056
2031~2035	46,336	3,065,474	14,047,227	110,107	7,476,295	31,217,716
2036~2040	65,020	4,301,553	19,711,432	154,505	10,490,930	43,805,505
합계	145,736	9,641,411	44,180,795	346,305	23,514,153	98,184,753

□ 친환경 시내버스

○ 친환경 시내버스 보급은 매년 획기적으로 확대하여 2040년에 등록대수 대비 98.4%를 차지하도록 목표를 설정함

〈표 5-68〉 친환경 시내버스 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
친환경 시내버스	등록대수 대비 비율(%)	4.1%	7.1%	10.1%	14.1%	18.1%	23.0%	55.0%	92.5%	98.4%

○ 친환경 시내버스 보급에 필요한 소요 비용은 총 3,352십억원이며 국비 698십억원, 시비 698십억원, 민간자본 1,955십억원으로 구성됨

〈표 5-69〉 친환경 시내버스 보급 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
친환경 시내버스	국비	139,955	236,960	277,688	43,690	698,292
	시비	139,955	236,960	277,688	43,690	698,292
	민간	391,873	663,488	777,525	122,331	1,955,216
	소계	671,782	1,137,408	1,332,900	209,710	3,351,799

○ 친환경 시내버스가 2021년부터 20년 간 서울에 미칠 것으로 예상되는 경제적 효과는 고용유발효과 13,613명, 부가가치유발효과 900,581백만원, 생산유발효과 4,126,823백만원임

- 서울을 포함한 전국에 가져올 것으로 예상되는 효과는 고용유발효과 32,348명, 부가가치유발효과 2,196,401백만원, 생산유발효과 9,171,204백만원임

〈표 5-70〉 친환경 시내버스 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	433	28,651	131,288	1,029	69,875	291,767
2022	433	28,651	131,288	1,029	69,875	291,767
2023	577	38,201	175,051	1,372	93,167	389,022
2024	577	38,201	175,051	1,372	93,167	389,022
2025	707	46,796	214,437	1,681	114,129	476,552
2021~2025	14,574	180,498	827,115	34,630	440,212	1,838,131
2026~2030	4,619	305,606	1,400,406	10,977	745,332	3,112,180
2031~2035	5,413	358,131	1,641,101	12,864	873,436	3,647,085
2036~2040	852	56,346	258,200	2,024	137,421	573,808
합계	13,613	900,581	4,126,823	32,348	2,196,401	9,171,204

나. 친환경 에너지 공급 사업 추진

1) 신재생에너지 사업 계획

□ **태양광**

○ 2022년 '태양의 도시(2017)'의 목표인 1GW 달성 후, 2040년까지 2.5GW을 추가 보급하여 3.5GW 달성을 목표로 설정

〈표 5-71〉 태양광 발전설비 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
태양광	보급용량(㎿)	583	779	1,015	1,087	1,165	1,248	1,760	2,482	3,500

○ 목표 달성을 위하여 다음과 같은 전략과 제도적 보완이 필요함

- 도심 공간구조에 적합한 주택형·건물형 태양광을 중점적으로 확대. 특히, 민간건물을 활용하는 ㎾급 옥상 태양광 보급에 주력하는 방향으로 전환
- 경량 태양광, 박막 태양광, 건물일체형 태양광(BIPV, building integrated PV) 등과 같이 건물에 적합한 태양광 기술개발 및 설치 지원 확대
- 수익성 제고와 소비자 신뢰 유지를 통한 시장 확산을 위해 태양광 운영 관리 강화 및 태양광 패널 재사용/리사이클링 체계 구축
- REC 판매가격 하락하여 태양광의 사업성이 악화되고 있어 신재생에너지 의무도입비율(RPS)을 조기 확대하여 태양광 사업의 안정성을 확보할 필요가 있음

○ 태양광 발전설비 보급 확대를 위한 소요 비용은 총 4,376십억원이며 국비 438십억원, 시비 438십억원, 민간자본 3,500십억원으로 구성됨

〈표 5-72〉 태양광 발전설비 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
태양광	국비	99,686	76,796	108,310	152,758	437,550
	시비	99,686	76,796	108,310	152,758	437,550
	민간	797,489	614,364	866,483	1,222,064	3,500,400
	소계	996,861	767,956	1,083,104	1,527,580	4,375,500

○ 2021년부터 향후 20년 간 태양광 발전설비 보급 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 35,698명, 부가가치유발효과는 1,682,450백만원, 생산유발효과는 5,191,265백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 50,660명, 부가가치유발효과 2,713,707백만원, 생산유발효과 9,130,989백만원으로 예상됨

〈표 5-73〉 태양광 발전설비 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	2,399	113,048	348,813	3,404	182,340	613,532
2022	2,888	136,119	420,000	4,099	219,553	738,743
2023	884	41,677	128,596	1,255	67,223	226,188
2024	947	44,644	137,750	1,344	72,008	242,291
2025	1,015	47,822	147,557	1,440	77,135	259,540
2021~2025	8,133	383,309	1,182,715	11,542	618,258	2,080,295
2026~2030	6,266	295,291	911,133	8,891	476,290	1,602,604
2031~2035	8,837	416,471	1,285,037	12,540	671,746	2,260,269
2036~2040	12,463	587,379	1,812,381	17,686	947,412	3,187,822
합계	35,698	1,682,450	5,191,265	50,660	2,713,707	9,130,989

□ 태양열

○ 2025년까지 태양열 에너지를 177㎢ 보급하고 2040년까지 총 350㎢ 보급을 목표로 설정

〈표 5-74〉 태양열 에너지 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
태양열	보급용량(㎢)	177	177	177	177	177	177	250	250	350

○ 태양열 에너지 보급 확대를 위한 소요 비용은 총 121십억원이며 국비 24십억원, 시비 24십억원, 민간자본 73십억원으로 구성됨

〈표 5-75〉 태양열 보급 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
태양열	국비	-	10,246	-	14,000	24,246
	시비	-	10,246	-	14,000	24,246
	민간	-	30,737	-	42,000	72,737
	소계	-	51,229	-	70,000	121,229

○ 2021년부터 2040년까지 태양열 에너지 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 989명, 부가가치유발효과는 46,614백만원, 생산유발효과는 143,831백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,404명, 부가가치유발효과 75,187백만원, 생산유발효과 252,986백만원으로 예상됨

〈표 5-76〉 태양열 에너지 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	-	-	-	-	-	-
2026~2030	418	19,698	60,780	593	31,772	106,907
2031~2035	-	-	-	-	-	-
2036~2040	571	26,916	83,051	810	43,414	146,079
합계	989	46,614	143,831	1,404	75,187	252,986

□ 풍력

○ 서울에는 177개 113.7㎾의 풍력발전기가 설치되어 있음

- 최근 소형 풍력발전기의 기술개발이 많이 이루어져 다양한 용도의 소형 풍력 발전 확대를 기대할 수 있음. 특히, 수직형 풍력터빈과 수직축 풍력터빈은 도시의 풍력 발전기로 활용이 적합함

○ 풍력 발전은 2040년까지 10㎿보급을 목표로 설정함

〈표 5-77〉 풍력 발전 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
풍력	보급용량(㎿)	0.14	0.17	0.21	0.26	0.31	0.38	1.06	2.94	10.00

○ 풍력 발전 보급 확대를 위한 소요 비용은 총 9,861백만원이며 국비 1,972백만원, 시비 1,972백만원, 민간자본 5,917백만원으로 구성됨

〈표 5-78〉 풍력 발전 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
풍력	국비	49	136	376	1,411	1,972
	시비	49	136	376	1,411	1,972
	민간	147	408	1,129	4,233	5,917
	소계	245	679	1,882	7,055	9,861

○ 2021년부터 향후 20년 간 풍력 발전 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 80명, 부가가치유발효과는 3,792백만원, 생산유발효과는 11,700백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 114명, 부가가치유발효과 6,116백만원, 생산유발효과 20,579백만원으로 예상됨

〈표 5-79〉 풍력 발전 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	12	37	-	19	65
2022	-	15	46	-	24	80
2023	-	18	56	1	29	98
2024	-	22	68	1	36	120
2025	1	27	84	1	44	148
2021~2025	2	94	291	3	152	512
2026~2030	6	261	806	8	421	1,418
2031~2035	15	723	2,232	22	1,167	3,927
2036~2040	58	2,713	8,371	82	4,376	14,724
합계	80	3,792	11,700	114	6,116	20,579

□ 소수력

○ 서울시는 물재생센터, 정수장 등 작은 낙차의 수자원을 활용하여 현재 5개소 456.5㎾의 소수력 발전을 운영 중임

- 향후 영등포·암사 정수센터(200㎾), 잠실 수중보 북단 둔치(1,000㎾)에 소수력 발전 사업이 추진 예정되어 있으며 2040년까지 3.06㎿ 보급을 목표로 설정함

〈표 5-80〉 소수력 발전 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
소수력	보급용량(㎿)	0.66	0.66	0.66	1.36	1.46	1.56	2.06	2.56	3.06

○ 소수력 발전 보급 확대를 위한 소요 비용은 총 17,599백만원이며 국비 3,520백만원, 시비 3,520백만원, 민간자본 10,560백만원으로 구성됨

〈표 5-81〉 소수력 발전 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
소수력	국비	1,320	733	733	733	3,520
	시비	1,320	733	733	733	3,520
	민간	3,960	2,200	2,200	2,200	10,560
	소계	6,600	3,667	3,667	3,667	17,599

○ 2021년부터 향후 20년 간 소수력 발전 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 144명, 부가가치유발효과는 6,767백만원, 생산유발효과는 20,880백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 204명, 부가가치유발효과 10,915백만원, 생산유발효과 36,727백만원으로 예상됨

〈표 5-82〉 소수력 발전 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-
2023	42	1,974	6,090	59	3,184	10,712
2024	6	282	870	8	455	1,530
2025	6	282	870	8	455	1,530
2021~2025	54	2,538	7,830	76	4,093	13,773
2026~2030	30	1,410	4,350	42	2,274	7,651
2031~2035	30	1,410	4,350	42	2,274	7,651
2036~2040	30	1,410	4,350	42	2,274	7,651
합계	144	6,767	20,880	204	10,915	36,727

□ 지열

○ 지열 에너지는 2025년까지 70.2㎿, 2040년까지 130.6㎿를 보급하는 것으로 목표를 설정함

〈표 5-83〉 지열 에너지 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
지열	보급용량(㎿)	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2	96.1	112.6	130.6

○ 지열 에너지 보급 확대를 위한 소요 비용은 총 91십억원이며 민간자본으로만 구성됨

〈표 5-84〉 지열 에너지 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
지열	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	-	38,784	24,890	26,913	90,587
	소계	-	38,784	24,890	26,913	90,587

○ 2021년부터 향후 20년 간 지열 보급 확대가 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 610명, 부가가치유발효과는 31,122백만원, 생산유발효과는 111,843백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 1,005명, 부가가치유발효과 58,303백만원, 생산유발효과 215,115백만원으로 예상됨

〈표 5-85〉 지열 에너지 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	-	-	-	-	-	-
2026~2030	261	13,325	47,885	430	24,962	92,099
2031~2035	167	8,551	30,730	276	16,020	59,106
2036~2040	181	9,246	33,228	299	17,322	63,910
합계	610	31,122	111,843	1,005	58,303	215,115

□ 발전용 연료전지

○ 발전용 연료전지는 「제2차 지방녹색성장 추진계획」과 연계된 계획인 「제4차 지역에너지계획」의 목표였던 2035년 480㎿보다 하향된 목표인 2040년 450㎿로 설정

- 향후 정부의 연료전지 육성정책에 따라 시장 환경이 변화할 수 있으나 부지확보 어려움, 초기 투자비용, 운영비 문제 등으로 인해 현재 발전용 연료전지는 계획보다 더디게 진행되고 있는 현황을 감안하여 지난 계획보다 낮은 목표로 설정함

〈표 5-86〉 발전용 연료전지 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
발전용 연료전지	보급용량(㎿)	200	250	300	300	300	350	400	450	450

○ 발전용 연료전지 보급 확대를 위한 소요 비용은 민간자본으로만 총 898십억원이 필요할 것으로 예상됨

〈표 5-87〉 발전용 연료전지 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
발전용 연료전지	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	538,650	179,550	179,550	-	897,750
	소계	538,650	179,550	179,550	-	897,750

○ 2021년부터 2040년까지 발전용 연료전지 보급이 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 7,324명, 부가가치유발효과는 345,199백만원, 생산유발효과는 1,065,126백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 10,394명, 부가가치유발효과 556,789백만원, 생산유발효과 1,873,465백만원으로 예상됨

〈표 5-88〉 발전용 연료전지 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	1,465	69,040	213,025	2,079	111,358	374,693
2022	1,465	69,040	213,025	2,079	111,358	374,693
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	1,465	69,040	213,025	2,079	111,358	374,693
2021~2025	4,395	207,120	639,076	6,237	334,073	1,124,079
2026~2030	1,465	69,040	213,025	2,079	111,358	374,693
2031~2035	1,465	69,040	213,025	2,079	111,358	374,693
2036~2040	-	-	-	-	-	-
합계	7,324	345,199	1,065,126	10,394	556,789	1,873,465

□ 하수슬러지 가스 발전

○ 하수슬러지를 이용한 바이오가스 생산은 온실가스 감축과 도시의 자원순환 측면에서 적극적으로 활용할 필요가 있음

○ 하수슬러지 가스 발전은 2030년경에 시설을 신설하여 2040년까지 7㎿를 보급하는 것이 목표임

〈표 5-89〉 하수슬러지 가스 발전 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
하수슬러지 가스 발전	보급용량(㎿)	-	-	-	-	-	-	4	7	7

○ 하수슬러지 가스 발전 보급을 위한 소요 비용은 총 41억원이며 시비로만 구성됨

〈표 5-90〉 하수슬러지 가스 발전 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
하수슬러지 가스 발전	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	23,600	17,700	-	41,300
	민간	-	-	-	-	-
	소계	-	23,600	17,700	-	41,300

○ 2021년부터 2040년까지 하수슬러지 가스 발전 보급이 서울에 가져올 경제적 효과는 고용유발효과 337명, 부가가치유발효과는 15,881백만원, 생산유발효과는 49,000백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 478명, 부가가치유발효과 25,614백만원, 생산유발효과 86,187백만원으로 예상됨

〈표 5-91〉 하수슬러지 가스 발전 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	-	-	-	-	-	-
2026~2030	193	9,075	28,000	273	14,637	49,250
2031~2035	144	6,806	21,000	205	10,978	36,937
2036~2040	-	-	-	-	-	-
합계	337	15,881	49,000	478	25,614	86,187

2) 미활용에너지 사업 계획

□ 하수열

○ 하수열 에너지는 2025년까지 350천Gcal/h를, 2040년까지 700천Gcal/h를 보급하는 것으로 목표를 설정함

〈표 5-92〉 하수열 에너지 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
하수열	보급용량(천Gcal/h)	350	350	350	350	350	350	503	594	700

○ 하수열 에너지 보급에 필요한 소요 비용은 총 89십억원이며 민간자본으로 구성됨

〈표 5-93〉 하수열 에너지 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
하수열	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	-	39,127	23,058	27,198	89,383
	소계	-	39,127	23,058	27,198	89,383

○ 하수열 에너지 보급이 2021년부터 2040년까지 서울에 미칠 경제적 효과는 고용유발효과 601명, 부가가치유발효과는 30,709백만원, 생산유발효과는 110,357백만원으로 추정됨

- 전국에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 992명, 부가가치유발효과 57,528백만원, 생산유발효과 212,255백만원으로 예상됨

〈표 5-94〉 하수열 에너지 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	-	-	-	-	-	-
2026~2030	263	13,443	48,308	434	25,183	92,913
2031~2035	155	7,922	28,469	256	14,841	54,756
2036~2040	183	9,344	33,580	302	17,505	64,586
합계	601	30,709	110,357	992	57,528	212,255

□ 상수열

○ 상수열 에너지는 2040년까지 215,500RT 보급을 목표로 설정

〈표 5-95〉 상수열 에너지 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
상수열	보급용량(RT)	4,192	5,998	7,804	9,610	11,416	13,222	86,200	150,850	215,500

○ 상수열 에너지 보급을 위한 예상 소요 비용은 총 970십억원으로 추정되며 민간자본으로만 구성됨

〈표 5-96〉 상수열 에너지 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
상수열	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	41,407	334,627	296,442	296,442	968,918
	소계	41,407	334,627	296,442	296,442	968,918

○ 상수열 에너지 보급이 2040년까지 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 6,520명, 부가가치유발효과는 332,885백만원, 생산유발효과는 1,196,277백만원으로 추정됨

- 전국에 가져올 경제적 효과는 고용유발효과 10,752명, 부가가치유발효과 623,613백만원, 생산유발효과 2,300,869백만원으로 추정됨

〈표 5-97〉 상수열 에너지 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	56	2,845	10,225	92	5,330	19,666
2022	56	2,845	10,225	92	5,330	19,666
2023	56	2,845	10,225	92	5,330	19,666
2024	56	2,845	10,225	92	5,330	19,666
2025	56	2,845	10,225	92	5,330	19,666
2021~2025	279	14,266	51,124	459	26,650	794,632
2026~2030	2,252	114,966	413,148	3,713	215,372	794,632
2031~2035	1,995	101,847	366,003	3,290	190,795	703,954
2036~2040	1,995	101,847	366,003	3,290	190,795	703,954
합계	6,520	332,885	1,196,277	10,752	623,613	2,300,869

3) 분산형에너지 사업 계획

□ 건물형 연료전지

○ 건물형 연료전지는 2025년까지 연간 5㎿씩 보급하고 이후에는 보다 적극적인 보급을 통해 2040년까지 350㎿ 보급을 목표로 설정함

- 건물형 연료전지 또한 발전용 연료전지와 마찬가지로 초기 투자비용과 유지운영비의 문제로 보급이 부진함. 그러나 연료전지 가스요금이 신설되고 신재생에너지 설치의무제도에 의해 설치된 시설의 상업 운전이 확대된다면 건물형 연료전지의 경제성이 향상될 것으로 전망됨

〈표 5-98〉 건물형 연료전지 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
건물형 연료전지	보급용량(㎿)	5	10	15	20	20	20	140	280	350

○ 건물형 연료전지 보급을 위한 소요 비용은 총 1.2조원이며 민간자본으로 구성될 것으로 추정됨

〈표 5-99〉 건물형 연료전지 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
건물형 연료전지	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-	-
	민간	53,865	430,920	502,740	251,370	1,238,895
	소계	53,865	430,920	502,740	251,370	1,238,895

○ 건물형 연료전지 보급이 향후 20년 간 서울에 미치는 경제적 효과는 고용유발효과 10,108명, 부가가치유발효과는 476,375백만원, 생산유발효과는 1,469,874백만원으로 예상됨

- 서울을 포함한 전국에 미칠 경제적 효과는 고용유발효과 14,344명, 부가가치유발효과 768,369백만원, 생산유발효과 2,585,382백만원으로 추정됨

〈표 5-100〉 건물형 연료전지 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	146	6,904	21,303	208	11,136	37,469
2022	146	6,904	21,303	208	11,136	37,469
2023	146	6,904	21,303	208	11,136	37,469
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	439	20,712	63,908	624	33,407	112,408
2026~2030	3,516	165,696	511,260	4,989	267,259	899,263
2031~2035	4,102	193,312	596,471	5,821	311,802	1,049,140
2036~2040	2,051	96,656	298,235	2,910	155,901	524,570
합계	10,108	476,375	1,469,874	14,344	768,369	2,585,382

□ 자가열병합

○ 서울시는 자가열병합을 분산형 에너지원으로 분류하고 있으며 2040년까지 150㎿ 보급을 목표로 설정함

〈표 5-101〉 자가열병합 발전 보급 계획

단위사업	단위	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
자가열병합	보급용량(㎿)	100	100	100	100	100	100	130	140	150

○ 자가열병합 발전 보급을 위한 예상 소요 비용은 총 115십억원이며 시비가 투자될 것으로 예상

〈표 5-102〉 자가열병합 소요 비용

(단위: 백만원)

세부사업명	재원	목표연도별 사업비				
		2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
자가열병합	국비	-	-	-	-	-
	시비	-	68,970	22,990	22,990	114,950
	민간	-	-	-	-	-
	소계	-	68,970	22,990	22,990	114,950

○ 자가열병합 시설 보급이 서울에 미칠 경제적 효과는 고용유발효과 938명, 부가가치유발효과는 44,200백만원, 생산유발효과는 136,381백만원으로 추정됨

- 전국에 미칠 것으로 추정되는 경제적 효과는 고용유발효과 1,331명, 부가가치유발효과 71,293백만원, 생산유발효과 239,883백만원임

〈표 5-103〉 자가열병합 보급에 따른 경제적 효과

구분 / 연도	서울			전국		
	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)	고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
2021	-	-	-	-	-	-
2022	-	-	-	-	-	-
2023	-	-	-	-	-	-
2024	-	-	-	-	-	-
2025	-	-	-	-	-	-
2021~2025	-	-	-	-	-	-
2026~2030	563	26,520	81,829	799	42,776	143,930
2031~2035	188	8,840	27,276	266	14,259	47,977
2036~2040	188	8,840	27,276	266	14,259	47,977
합계	938	44,200	136,381	1,331	71,293	239,883

다. 온실가스 감축 사업 추진[42)]

1) 건물부문 온실가스 감축 방안

(1) 가정부문 온실가스 감축 방안

□ 가정부문 온실가스 배출 특징

○ 2010년 이후 지속적인 감소 추세에서 소폭 증가 전망

- 2016년 가정부문의 온실가스 배출량은 2005년 대비 -13% 감소한 12,530천톤CO_2eq이며 2018년 추정값은 13,271천톤CO_2eq
- 2017년 및 2018년에는 소폭 증가한 것으로 전망됨

○ 가정부문의 온실가스 배출 주요 원인은 동절기 난방 및 하절기 냉방으로 분석됨

- 이러한 특징을 반영하여 가정부문 주요 온실가스 감축정책은 BRP, LED 보급 등의 에너지 효율화 사업과 태양광 100만가구 보급사업과 같은 신재생에너지 지원 사업이 필요함

□ 가정부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

○ 에코마일리지의 경우 시민 행동에 의한 온실가스 감축사업으로 인벤토리상 감축 효과가 나타나는 것으로 확인되어 대상 확대와 계절 영향을 고려한 방안으로 인센티브 개선 필요

- 계절적 요인을 반영한 동, 하절기 인센티브 차등지급을 고려하여 난방 및 냉방 측면에서의 에너지 수요관리 강화가 필요함

○ 설비 개선은 즉각적인 온실가스 감축 효과가 나타나므로 적용 대상의 적극적 발굴 및 확대가 필요함

- 조기집행을 통한 감축효과 확보와 기존 설비의 수명 및 효율 등을 고려한 설비 개선 의무화를 검토할 필요가 있음

○ 건물성능개선 정책은 기존 정책을 유지하되, 각 정책 대상 건물의 사후 에너지 정보 공개를 통해 감축량을 구체적으로 확보할 수 있도록 평가 수단 개선이 필요하며 에너지 효율화 대상에 대한 의무화 검토 필요

○ 에너지 생산 관련 정책은 정책 효과가 즉시 반영되는 사업이지만 재원 소요가 많음

- 민간 투자유치를 통해 사업의 조기 시행 및 활성화 도모가 필요함
- 민간 재원의 경우, EERS 정책에 따른 에너지 공급사의 재원을 활용할 수 있으며, 열병합 발전시설의 경우, 열요금제와 연계한 열공급사의 투자와 연계 방안 검토 필요

42) 서울시, 2020, 온실가스 감축정책 효과측정 방안수립

〈표 5-104〉 가정부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

정책구분	감축사업명	추진 방안
감축기반	에너지 복지기금(플랫폼) 구축	정책유지 및 확대
	ICT 기반 스마트 열요금제	정책유지 및 대상 확대
	녹색건축물 설계기준 연차별 강화(주거용)	정책 유지
	에코마일리지제도 운영	정책유지 및 대상 확대, 기간별 인센티브 강화 (냉난방 에너지 수요관리)
설비 개선	에너지 취약계층 LED 무상교체 지원 사업	조기 집행
	수도 직결급수 확대	조기 집행
	고효율 펌프 설치	조기 집행 및 의무화 전환
	승강기 자가발전장치 설치 지원	조기 집행 및 의무화 전환
	승강기 전력회생장치 설치	조기 집행 및 의무화 전환
	친환경 고효율 보일러 보급	조기 집행 및 의무화 전환
	민간부문 LED 조명 설치 확대	조기 집행 및 의무화 전환
건물 성능개선	주택 BRP 활성화	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
	저소득층 주택 에너지 효율화 사업	대상 확대 및 조기집행
	공공임대주택 에너지 효율화 사업	정책 유지, 정보 공개 연계
	서울 가꿈주택사업 집수리 및 보조지원 확대	정책 유지, 정보 공개 연계
	에너지절약형 주택 인허가	정책 유지
에너지 생산	태양광 100만 가구(공동주택 베란다형 및 주택형 보급)	대상 및 보급 확대, 민간자금 연계
	건물형 열병합발전시설 보급 확대	보급 확대, 민간자금 연계
	에너지 자립마을 확대 조성	보급 확대, 민간자금 연계

(2) 상업부문 온실가스 감축 방안

□ 상업부문 온실가스 배출 특징

○ 2010년부터 감소추세였던 배출량이 2014년부터 증가 추세로 전환됨

- 2016년 온실가스 배출량은 2005년 대비 16.4% 증가한 17,396천톤CO_2eq이며, 2018년 추정값은 17,992천톤CO_2eq임
- 특히 서울시 에너지 부문 온실가스 배출량 중 가장 높은 비중을 차지하고 있어 효과적 정책 실행이 필요한 부문

○ 상업부문의 온실가스 배출 주요 원인은 동절기 난방 수요뿐만 아니라 특히 하절기 냉방수요에 따른 에너지 소비가 증가 및 연면적당 배출량이 개선되지 않은 것이 원인으로 분석됨

□ 상업부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

○ 상업부문의 온실가스 감축정책은 가정 또는 공공부문에 비해 적용의 한계성과 복잡한 이해관계의 문제가 있어 정책적 수단이 다양하지 않음. 또한, 기존 감축 정책의 효과성 및 실행가능성 제고 방안 마련 필요함

- 특히, 건물에너지 성능 개선과 관련된 정책적 수단이 부재함에 따라 이에 대한 보완책 마련 필요

○ 신축건물에 대한 정책은 정부 차원의 의무화 및 인센티브 정책에 따라 서울시에서는 촉진 및 대상을 확대하는 방안을 검토할 수 있음

○ 에코마일리지제도의 경우 가정부문과 동일하게 동/하절기 에너지 수요관리 수단으로 확대 적용하는 방안을 검토

- 건물에너지 효율 정보 공개를 통해 에너지 효율이 건물의 가치에 반영될 수 있는 기반을 마련하는 것이 중요함

○ 설비개선 정책은 즉각적인 온실가스 감축 효과가 나타남에 따라 적용 대상을 적극 발굴 및 확대 필요

- 판매시설 이외 의료, 숙박, 사무 등이 새로운 적용 대상이 될 수 있음
- 조기 집행을 통한 감축효과 확보와 기존 설비의 수명 및 효율 등을 고려한 설비개선 의무화를 검토할 필요가 있음

○ 건물성능개선 정책은 기존 정책을 유지하되, 에너지 정보 공개와 평가 수단 개선 필요

- 각 정책 대상 건물의 사후 에너지 정보 공개를 통해 감축량을 구체적으로 확보할 수 있도록 평가 수단 개선이 필요하며 에너지 효율화 대상에 대한 의무화 검토를 제안

○ 에너지 생산 관련 정책은 재원소요가 많은 사업이기 때문에 민간에서 자체적으로 추진 할 수 있도록 정부 정책(지원 사업)과 연계하여 사업의 조기 시행 및 활성화를 도모할 필요가 있음

- 민간 재원의 경우, 가정부문과 마찬가지로 EERS 정책에 따른 에너지 공급사의 재원을 활용할 수 있으며, 열병합 발전시설의 경우, 열요금제와 연계한 열공급사의 투자와 연계하는 방안을 검토할 필요가 있음

〈표 5-105〉 상업부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

정책구분	감축사업명	추진방안
감축기반	신축 대형건물 에너지관리시스템 도입 및 자립 확대	정책 유지 및 대상 확대
	녹색건축물 설계기준 연차별 강화(비주거용)	정책 유지 및 대상 확대
	에코마일리지제도 운영	정책유지 및 대상 확대, 기간별 인센티브 강화 (냉난방 에너지 수요관리)
	기존 건물 에너지 효율정보 공개제도	신규제안
설비개선	에너지 절약형 LED 간판 교체	조기 집행
	도·소매업 고효율 LED 간판 교체지원사업(구 프랜차이즈 에너지 효율화 추진)	조기 집행
	친환경 고효율 보일러 보급	조기 집행 및 의무화 전환
	민간부문 LED 조명 설치 확대	조기 집행 및 의무화 전환
건물 성능개선	BRP(상업건물, 근린생활시설) 사업	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
	에너지다소비 건물 효율화	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
에너지 생산	연료전지 발전시설 보급 확대	보급 확대, 민간자금 연계
	집단에너지(지역 냉난방)공급확대	보급 확대, 민간자금 연계
	시민펀드 조성으로 신재생에너지 생산 확대	보급 확대, 민간자금 연계

(3) 공공부문 온실가스 감축 방안

□ 공공부문 온실가스 배출 특징

○ 공공부문의 배출량은 2010년부터 일정하게 유지되고 있음

- 2016년 온실가스 배출량은 2005년 대비 11.4% 증가한 1,757 천톤CO_2eq이며, 2018년 추정값은 1,777 천톤CO_2eq임

○ 전력 배출량은 증가하고 1차에너지 사용량은 꾸준히 감소함

- 이는 동절기 난방 수요뿐만 아니라 하절기 냉방수요 증가에도 불구하고 정책적 효과가 나타나는 것으로 추정할 수 있음

□ 공공부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

○ 공공부문의 온실가스 감축 정책은 선도적 이행방안 마련과 서울시와 직접적인 이해관계를 가지고 있는 건물을 대상으로 한다는 측면에서 다양한 정책을 이행하고 있음

- 공공부문의 정책 중, 특정 지역 및 기관에서 수행된 감축정책은 타 지역 및 기관에 확산 및 보급화를 우선적으로 검토

○ 감축기반 정책 중, 스마트 시티 및 신축건물에 대한 정책과 그린 리모델링 정책은 정부 차원의 의무화 및 인센티브 정책에 따라 서울시에서는 촉진 및 대상을 확대하는 방안을 검토

○ 설비개선 정책은 즉각적인 감축 효과가 나타나므로 대상 발굴 및 조기 집행 실행 필요

- 설비개선 정책 적용 대상 적극 발굴 및 조기집행과 더불어 기존 설비의 수명 및 효율 등을 고려한 설비 개선 의무화 검토 필요

○ 건물성능개선 정책은 기존 정책을 유지하되, 건물 에너지 정보 공개와 평가 도입

- 각 정책 대상 건물의 사후 에너지 정보 공개를 통해 감축량을 구체적으로 확보할 수 있도록 평가수단 개선이 필요하며 에너지 효율화 대상에 대한 의무화 검토가 필요

○ 공공부문에서의 에너지 생산 관련 정책 또한 큰 규모의 재원 마련 필요

- 공공자산에서 신재생에너지 설치 부지를 제공하고 민간 투자가 유치될 수 있는 민관 협력사업화와 정부 정책(지원 사업)과 연계하여 사업의 조기 시행 및 활성화를 도모할 필요가 있음

- 집단에너지, 상수도 열원 활용과 같이 투자비가 높고 중장기 계획을 기반으로 추진해야 하는 사업은 타 사업과의 중복성 검토 필요

〈표 5-106〉 공공부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

정책구분	감축사업명	추진방안
감축기반	마곡 스마트시티 조성	정책 보완 검토 및 타지역 확산
	녹색건축물 설계기준 연차별 강화(비주거용)	정책 유지
	노후 건물 그린 리모델링	정책 유지 및 확산
	배출권거래제 선도를 통한 온실가스 감축	정책 유지
	ICT 활용 건물 효율화	정책 유지 및 확산

〈표 계속〉

정책구분	감축사업명	추진방안
설비개선	도로시설물 노후조명 개선사업	정책 유지 및 확산
	서울교통공사 시설개선 등 효율화 사업추진	정책 유지 및 확산
	노후도로조명개선사업	정책 유지 및 확산
	가로등 광원 개량사업(메탈나트륨 → LED)	조기 집행 및 완료
	공공부문 LED 조명 보급 확대	조기 집행 및 완료
	주택가 친환경 LED 보안등 개선	조기 집행 및 완료
	공원 가로등을 고효율 LED 등으로 교체	조기 집행 및 완료
	에너지 절약을 위한 교육환경 개선 지원(냉난방기 교체 등)	조기 집행 및 완료
	자동차전용도로 노후조명 개선사업	조기 집행 및 완료
	친환경 도시 빛 조성 사업(한양도성 경관 조명시설 개선)	조기 집행 및 완료
	물재생센터 대용량 노후 기전설비 교체	유사 기관으로 대상 확대
건물 성능개선	서울시 민방위교육장 온실가스 감축(전력사용관리, 에너지 절감)	유사 기관으로 대상 확대
	에너지다소비 건물 효율화	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
	집광채광루버 설치	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
	공공건축물 에너지 제로화	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
	저전력 고효율의 그린 데이터센터 구현	유사 기관으로 대상 확대
	기존 공공건물 에너지 등급제 시행	대상 확대 및 적용 확산, 정보 공개 연계
	자원회수시설 에너지 소비 절감	유사 기관으로 대상 확대
에너지 생산	태양광 랜드마크 조성	조기 집행 및 확산, 민간자금 연계
	국가, 시, 구 공공건물 태양광 설치	조기 집행 및 확산, 민간자금 연계
	공영차고지 등 태양광 설치	조기 집행 및 확산, 민간자금 연계
	소수력 발전시설 설치	적용 대상 확대 발굴, 민간자금 연계
	연료전지 발전시설 보급 확대	조기 집행 및 확산
	집단에너지(지역 냉난방)공급확대	중장기 계획 수립 및 고효율보일러 교체사업과 중복성 검토 필요
	상수도 열원 등 잠재에너지원 발굴	중장기 계획 수립
	소각열 발전 보급 추진	조기 집행 및 확산
	시민펀드 조성으로 신재생에너지 생산 확대	보급 확대, 민간자금 연계
기타	병물 공급 감축	정책 유지 및 확산
	상수도 유수율 향상	정책 유지 및 확산

2) 수송부문 온실가스 감축 방안

□ 수송부문 온실가스 배출 특징

○ 수송부문 온실가스 배출량은 자동차 등록대수 증가에도 불구하고 2010년 이후 배출량 감소 추세 유지

- 2016년 온실가스 배출량은 2005년 대비 18.2% 감소한 9,277천톤CO2eq이며, 2018년 추정값은 8,969천톤CO2eq임

○ 배출량 감소 추세의 원인은 LPG 차량의 감소와 친환경 차량의 보급확대 및 대중교통 이용

활성화 등 그간 추진된 교통 수요관리 정책과 친환경차량 보급에 의한 결과로 판단됨

□ **수송부문 온실가스 감축 사업 추진 방안**

○ 수송부문은 정책적 효과가 뚜렷하게 인벤토리에 반영되는 부문으로써 기존 정책의 지속적 실행 및 확대, 강화 등을 통해 온실가스 감축 목표 달성해나갈 것으로 예상됨

- 미세먼지 저감대책과 더불어 정책적 효과를 뚜렷하게 나타낼 수 있음

○ 친환경차량 보급정책은 기존 차량의 친환경차량으로의 교체 유도가 핵심

- 친환경차량 이용기반을 확대와 기존(노후) 차량의 친환경화를 촉진하는 사업으로 추진
- 특히, 노후 경유차의 경우 폐차 지원보다 확대하여 친환경차량으로 전환할 수 있도록 직접적인 인센티브 또는 의무화를 검토할 필요가 있음

○ 대중교통 이용확대 정책은 대중교통 인프라 구축에 필요한 중장기 계획의 적극적 홍보를 통해 사용자의 인식도 제고가 필요

○ 승용차 이용 억제(규제) 정책의 확대와 관련된 정책은 지속적인 유지 및 강화가 필요

〈표 5-107〉 수송부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

정책구분	감축 사업명	추진 방안
친환경 차량 보급	노후 운행 경유차 조기 폐차 등	정책 유지 및 조기 집행 (친환경차량으로 교체 유도)
	친환경 자동차 보급 지원 확대(전기차)	정책 유지 및 조기 집행
	수소연료전지차 보급 및 충전소 확대	정책 유지 및 조기 집행
	친환경 시내버스 도입	정책 유지 및 조기 집행
	친환경 택시도입	정책 유지 및 조기 집행
대중교통 이용확대	철도 중심 녹색 교통망 확충	정책 유지 및 중장기 실천
	중앙버스 전용차로 확충	정책 유지 및 중장기 실천
	승용차 마일리지 제도 운영	정책 유지 및 확대
	미세먼지 비상저감 조치 시 공해차량 운행제한	정책 유지 및 강화
	녹색 교통진흥구역 고시	정책 유지 및 확대
	교통유발부담금 제도개선 통한 감축량 확대	정책 유지 및 확대
	주차요금 및 급지체계 개선	정책 유지 및 확대
기타	자동차 공회전 제한 및 배출가스 점검	정책 유지 및 강화
	공공자전거 운영	정책 유지 또는 전환
	나눔카 사업	정책 유지 및 강화

3) 기타부문 온실가스 감축 방안

(1) 폐기물 부문 온실가스 감축 방안

□ **폐기물 부문 온실가스 배출 현황**

○ 폐기물 부문은 지속적인 감소 추세를 보임

- 2016년 기준 서울시 온실가스 배출량의 약 6%를 차지하며 지속적인 감소추세를 나타냄
- 향후 폐기물 발생을 억제하기 위한 노력이 필요

□ 폐기물 부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

○ 폐기물 발생량 억제를 위해서는 재활용 및 플라스틱 사용량 억제가 지속적으로 이루어져야 함

- 특히, 플라스틱의 경우 소각처리 시 온실가스 배출량이 높게 나타나므로 집중적인 관리가 필요

〈표 5-108〉 폐기물 부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

정책구분	감축사업명	정책추진방안
감량화	시민이 참여하는 폐기물 재활용	정책 유지 및 강화
	나눔장터 운영	정책 유지 및 강화
	주택가 재활용정거장 운영	정책 유지 및 강화
	전자폐기물 재활용률 향상	정책 유지 및 강화
	음식물쓰레기 원천 감량화	정책 유지 및 강화
	음식물쓰레기 발생 억제 및 감축기반 조성	정책 유지 및 강화
	플라스틱 프리도시 서울	정책 유지 및 강화
	재활용 으뜸도시 서울	정책 유지 및 강화
기타	재생수(재처리수) 공급 확대	정책 유지 및 강화
	친환경 종량제봉투 도입	정책 유지 및 강화

(2) 농업, 산림 및 기타 토지이용 부문 온실가스 감축 방안

□ 농업, 산림 및 기타 토지이용 부문 온실가스 배출 현황

○ 서울시의 온실가스 흡수량은 2016년 기준 69천톤CO_2eq으로 전체 배출량에 약 0.5% 미만의 적은 양을 차지하고 있음

□ 농업, 산림 및 기타 토지이용 부문 온실가스 감축 사업 추진 방안

○ 기존 녹지 지역의 숲가꾸기 등을 통해 흡수원 확대방안 마련 검토 필요

- 인벤토리의 온실가스 흡수량은 토지이용 면적의 변화에 따라 배출량이 산정되기 때문에 실질적인 인벤토리 반영을 위해서는 임목축적량을 늘릴 수 있는 흡수원 확대 방안이 필요
- 서울시 숲가꾸기 사업 추진계획에 따른 지속적인 사업추진이 타당함

제 6 장
녹색산업 생태계 기반 조성

가. 지속가능한 녹색사회 구현
나. 협력적 녹색 거버넌스 기반 구축
다. 녹색 성장 동력 확보 및 제도 개선
라. 소요 재원

06 녹색산업 생태계 기반 조성

가. 지속가능한 녹색사회 구현

1) 기후변화 적응역량 강화 및 친환경 생활기반 확대

(1) 기후변화 적응역량 강화[43)]

□ 건강부문 적응역량 강화

○ 서울시 기후변화 대응계획(2017)의 건강부문 적응 대책의 목표는 "시민 건강 적응 역량 강화"로 목표 달성을 위한 추진 전략과 과제는 다음과 같음

○ 폭염 및 자외선 적응 역량 강화

- 폭염 대피시설 및 안전시스템 구축: 무더위쉼터 운영, 폭염대응 쿨링포그 시스템 시범운영, 폭염 정보전달 체계 및 저감시스템 운영 강화
- 폭염 대피시설 및 안전시스템 구축: 폭염대비 시민행동요령·폭염 취약현장 행동매뉴얼 보급 및 교육 활성화
- 폭염 취약계층 집중 보호 및 관리대책 수립: 쪽방촌 거주민과 거리노숙인 보호 및 지원체계 운영, 취약계층 폭염대비 방문건강 관리, 건설공사장 근로자 보호대책 강화

○ 감염병 대응

- 기후변화대비 감염병 대응체계 구축 및 관리 강화: 기후변화 대비 감염병 대응체계 구축, 감염병 감시 및 관리 강화 등
- 식중독 관리 강화: 식중독 발생 신속 대응체계 강화, 식중독 발생 우려시설 집중 관리 등

○ 대기오염 적응

- 대기오염 취약군 건강관리: 대기오염 취약지역을 고려한 아토피·천식 안심학교 사업 확대, 초미세먼지 저감을 위한 생활 습관 개선 홍보, 취약계층 황사마스크 보급, 어린이 활동공간 환경안전관리 점검 및 교육·홍보 등

□ 재난·재해부문 적응역량 강화

○ 서울시 기후변화 대응계획(2017)의 건강부문 적응 대책의 목표는 "도시재해 대응력 강화"로 목표 달성을 위한 추진 전략과 과제는 다음과 같음

○ 미세먼지를 재난수준으로 관리

43) 서울시, 2017, 서울특별시 기후변화대응 종합계획 수립연구

- 대기오염 감시 및 예방강화: 미세먼지를 재난으로 규정, 미세먼지 취약계층 보호강화, 서울형 초미세먼지 민감군 주의보 신규 도입 등 대기오염 전파체계 강화, 대기오염 측정망 구축 및 운영
- 대기오염 영향저감: 미세먼지 고농도시 차량 2부제 및 조업, 단축 등 비상저감조치 이행, 노후경유차 근절을 위한 운행제한, 친환경 건설기계 사용 의무화로 다량배출원 감축, 미세먼지 저감을 위한 도로분진흡입 및 물청소

○ 풍수해 대응 방재기능 강화

- 풍수해 대비 비상 대응능력 구축: 하천 예·경보 체계 구축 및 활용, 재해지도 작성 및 활용, 10만 안전파수꾼
- 풍수해 취약계층 복구대비능력 제고: 취약계층 풍수해 보험 도입 및 활성화, 풍수해 취약지역 유지관리 마련

○ 폭설, 한파에 강한 대응체계 확보

- 폭설 피해 저감 및 안전시스템 구축: 자동액상 살포장치 설치 확대, 환경 친화적 습염식 제설 시스템 확대
- 지역단위 폭설대비 제설체계 강화: 민간제설기동반 구성 및 운영 등
- 한파 및 기상재해 적응역량 강화: 한파 상황관리체계 구축 운영, 공공장소의 자동심장충격기 구비 및 관리 강화, 겨울철 수도계량기 동파예방 추진, 한파(폭염 등) 거리노숙인 보호대책 추진

□ 물관리 부문 적응역량 강화

○ 서울시 기후변화 대응계획(2017)의 건강부문 적응 대책의 목표는 “안정적 물관리 체계 확보”로 목표 달성을 위한 추진 전략과 과제는 다음과 같음

○ 기후변화대응 방재 체계 확보

- 침수취약지역 침수안전도 강화: 침수취약지역의 대심도 하수저류시설 설치, 첨두홍수량 저감의 빗물저류시설 확충

○ 배수시설 체계적 정비 및 확충으로 집중호우 대응능력 향상

- 집중호우 대응의 빗물펌프장 시설용량의 확보: 빗물펌프장 노후시설물의 안전성 확보, 침수취약지역의 하수관로 통수능 확보, 하수관로 종합정비사업 지속 추진

○ 물자립 강화로 안정적인 물관리 체계 마련

- 안정적인 물재이용 시스템 강화: 물재이용 시설의 설치 확대, 지하수자원의 보전 및 체계적 이용
- 가뭄시 물부족 해소의 도시용수 공급체계 구축: 상수관로의 누수량 최소화를 통한 유수율 제고

○ 깨끗하고 건강한 수질 및 수생태계 관리

- 하천 배출오염물질 저감 및 관리체계 구축: 합류식하수도월류수(CSOs) 저류시설 설치 확대, 물재생센터 초기우수처리시설 설치 확대, 한강 및 지천수질의 실효성 있는 대책 마련, 민간단체의 수질보전 감시 및 관리 강화, 하천 환경평가를 통한 자연성 회복

□ **산림·생태계 부문 적응역량 강화**

○ 서울시 기후변화 대응계획(2017)의 건강부문 적응 대책의 목표는 “생태계 건강성과 생물다양성 증진”으로 목표 달성을 위한 추진 전략과 과제는 다음과 같음

○ 산림재해 예방 및 대응

- 산림재해 예방 및 관리시스템 구축: 산불방지 대책, 산림재해 예방활동 강화 및 통합관리, 산사태 위험 예·경보 시스템 구축, 사면관리 통합시스템 구축
- 산림기능 및 회복력 증진: 산림생태계 환경 개선, 산림병해충 방제 강화, 근교산 등산로 정비

○ 생물 다양성 보전

- 기후변화 취약종 모니터링 강화: 생물지표종 지정 및 모니터링
- 생태계 보전 및 복원: 생물다양성 전략계획 수립, 취약생태계의 관리 강화

○ 도시녹지의 기능 증진

- 공원시설 수해예방 및 대응 강화: 열섬화 현상 및 호우대비, 가로수 띠녹지 조성
- 도시녹지 확대: 에코스쿨 조성, 옥상녹화 및 텃밭 조성, 사회공헌형 탄소상쇄 숲 조성, 공원돌보미, 나무돌보미 사업 추진, 도시 구조물 콘크리트면 녹화
- 도시농업 활성화: 에너지절감을 위한 녹색커튼 시범 사업, 도심형 식물공장 모델 개발 및 보급, 도심 자투리 공간 텃밭 조성, 학교텃밭 조성 및 교육프로그램 운영, 도시농부학교 확대 운영

(2) 친환경 생활기반[44)]

□ **에너지 수요관리**

○ 공공건물 BRP로 시장과 기술 확산

- 공공건물의 건물에너지효율화사업(BRP) 확대를 통해 건물에너지효율 시장 확대와 기술개발을 촉진할 수 있도록 함

○ 건물 유형, 소비 형태 등을 고려한 맞춤형 에너지효율화사업 추진

- 주거, 상업, 산업 등 건물의 용도, 아파트, 단독주택, 다세대 주택 등 주택 유형, 건물 연한, 건물 소유 형태 등 건물유형과 에너지 소비 형태를 구체적으로 파악하고, 그에 맞는 지원과 규제 정책을 마련하는 것이 필요함

○ 건물에너지다소비 건물 관리 강화

- 에너지다소비건물에 대한 에너지 관리강화 및 서울시 권한 확대 필요

○ 신규 건물 제로에너지의무화 도입 강화 및 관리 방안 마련

- 서울시는 2023년 신규건물 제로에너지 의무화 목표 설정함. 향후 신규건물 제로에너지건물 의무화를 위한 기준과 관리 체계의 마련

44) 서울시, 2020, 서울시 지역에너지계획 2040

○ 도시재생사업과 건물에너지효율화 사업 연계 강화

- retrofit보다 renovation 방식으로의 사업 전환과 주택 리모델링 사업과의 연계방안 필요

○ 건물에너지효율화사업 실행기관 설립

- 에너지효율화 사업에 대한 정보와 사업 수행을 일괄적으로 지원해줄 수 있는 '건물효율 중간조직'을 거쳐 시민이 손쉽게 사업 진행에 지원을 받을 수 있도록 하는 것이 필요

□ 신축건물 에너지 성능 제도 강화

○ 서울시 신규건물 녹색건축물 추진

- 서울시는 녹색건축물 설계기준을 통해 신규건물의 에너지 효율 향상을 추진하고 있으며 설계 기준에는 녹색건축물의 평가기준과 의무기준이 규정되어 있음. 녹색건축물로 인증된 건물에 대해서는 건축기준 완화(예, 용적률 완화)와 세금(취득세, 재산세) 감면 인센티브를 제공함

○ 서울시 환경영향평가 심의 기준 강화

- 서울시는 대규모 개발 및 대형건물의 신축(총면적 100천㎡ 이상) 또는 재개발 및 재건축(대지면적 90천㎡ 이상 재개발 및 재건축)시 적용하는 환경영향평가 심의 기준을 강화해옴

○ 서울시 신규건물 건축물에너지효율등급 강화

- 에너지효율등급 기준을 상향하여 연간 606천TOE의 최종에너지 절감을 목표로 함

□ 공공건물 에너지 절감

○ 공공건물 BRP 확대를 통한 에너지 절감 및 민간건물로의 시장 창출

- 공공건물 에너지 진단 의무대상 단계적 확대, 공공건물 BRP 의무대상 기준 개선

○ 사회복지시설 BRP

- 에너지 복지 개선과 BRP 시장 확대를 위해 사회복지시설 BRP 확대 필요, 대상 건물의 양적 확대를 통해 에너지 절감, BRP 시장 확산, 에너지 복지 개선
- 리모델링 방식에 초점을 맞춰 사업 고려

○ 공공임대주택 BRP

- 서울시 공공임대주택 BRP 사업은 2040년까지 94,500개소에 진행하여 63.3천TOE 감축을 목표로 설정함

□ 에너지다소비건물 에너지 관리

○ 에너지다소비건물 에너지 소비 규제 및 지원 강화

- 서울시 에너지다소비건물 관리는 주로 에너지소비량 공개와 BRP 융자금을 통한 자발적 감축에 머물러 에너지소비총량규제 등 보다 적극적인 규제 방안 마련 필요함

○ 에너지다소비건물 에너지 절감 목표

- 현재 6등급인 에너지다소비건물(아파트 외) 건축물 에너지효율등급을 2040년까지 2등급으로 상향

□ **민간건물 에너지 절감**

○ 상업용 건물 BRP

- 상업용 건물 BRP는 획기적으로 확대하여 연간 3,000개씩 실행하는 것을 목표로 2040년까지 총 63,000개소에 사업 진행을 목표로 설정

○ 주택 BRP

- 민간 주택건물 에너지효율화 사업을 연간 20,000개소씩 진행하여 2040년까지 총 420,000개소애 효율화 사업 진행을 목표로 함

□ **시민참여 에너지 절약**

○ 에코마일리지

- 서울시는 2020년 230만명의 회원을 목표로 설정하고 150천TOE의 에너지 절감량을 목표로 함. 2040년 목표는 4차 지역에너지계획과 같은 300만명의 회원을 목표로 하며, 프로그램의 다양화·내실화를 통해 196천TOE의 에너지를 절감하는 것을 목표로 설정함

○ 에너지자립마을

- 에너지자립마을은 주민들의 자발적인 참여를 통해 에너지 소비를 줄이고 신재생에너지 생산을 통해 에너지자립기반을 구축하는 마을공동체, 시민, 연구기관, 민간기업, 시, 자치구 등의 역량을 집중해 에너지 수요관리, 온실가스 감축, 에너지경제생태계 조성을 목적으로 2019년부터 에너지자립마을 2.0 사업을 추진하고 있음. 에너지자립마을 2.0 사업은 '도시형 에너지전환모델 구축 및 서울전역 확산'을 비전으로 2022년까지 에너지공동체 300개소 발굴, 에너지자립 혁신지구 4개소 조성, 주민참여형 에너지전환 리빙랩 10개소 운영을 목표로 하고 있음

□ **수송부문 에너지 수요관리 및 에너지 전환**

○ 교통수요관리 강화

- 미래의 교통정책은 사람 중심의 인프라 공급과 적극적 수요관리를 통하여 보행, 자전거, 대중교통을 활성화하고 승용차가 함께 배려되는 방향으로 추진

○ 친환경차 보급 확대

- 서울시는 초미세먼지의 37%를 발생시키는 교통분야 초미세먼지 대책의 필요성에 따라 전기차를 적극적으로 보급하고, 이용자의 80% 이상이 지적하는 충전 인프라 문제를 해소하기 위해 다양한 정책을 시행할 예정임

○ 승용차 마일리지 제도

- 기존의 승용차 요일제의 낮은 준수율과 이에 따른 교통량 효과 미흡으로 제도 개선의 필요성이 제기되어 왔으며, 이에 대한 다양한 대안 중 주행거리 감축량을 인센티브로 부여하는 승용차 마일리지 제도가 시범사업을 거쳐 본격 도입됨

○ 나눔카 보급 확대

- 서울시는 교통수요관리정책의 일환으로 불필요한 차량의 보유를 억제하는 동시에 개인승용차 이용 접근성이 낮은 계층에 대한 교통서비스 제공하고자 카셰어링 서비스인 나눔카 보급을 확대

○ 주차상한제 확대

- 주차상한제로 인해 절감된 건설비를 공공기여 방식으로 환수하여 교통개선에 투자

○ 대중교통 기능 강화

- 도시철도 신설과 연계한 시내버스 노선 개편

○ 보행 및 자전거

- 전기자전거 도입 등 기존 공공자전거의 기능 개선 및 민간 공유서비스 활성화

2) 녹색복지 실현 기반 확충

□ 신재생에너지 등 녹색시장, 녹색산업, 녹색복지 등을 새로운 서울특별시의 성장 동력으로 활용하려는 움직임 필요

□ 녹색복지[45]의 정의는 모든 사람이 쉽게 녹색공간을 만나고 더불어 '건강한 삶'을 도모하는 것

○ 복지에 대한 사회적 관심 증가와 함께 자연자원과 생태계서비스를 건강한 삶을 유지하는 보편적 복지의 필수요소로 바라보는 생태복지, 산림복지, 환경복지, 녹색복지 등 새로운 복지개념이 등장하여 주목을 받고 있음. 이러한 개념들은 학자마다 다르게 규정하기도 하고 일부는 같은 개념으로 정의되어 있는 경우도 있음

○ 일반산림과 달리 경관, 휴양, 웰빙 등 국민의 일상생활과 밀접하게 관련된 도시숲(도시림을 포함한 도시공원, 공원녹지를 포괄하는 개념)을 녹색복지의 주요 거점 또는 매개체로 봄

- 더불어 녹색복지가 보편적 복지를 추구해야하며, 높아지는 시민들의 녹색복지 수요에 대응하기 위해서는 기존 관 중심의 시설유지관리방식에서 벗어나 시민참여가 핵심적 역할이 되도록 발전시켜야함

- 도시숲의 녹색복지를 표준형과 확장형으로 구분하고, 표준형 녹색복지는 생애주기별, 도시숲규모·유형별, 공급주체별 등을 고려한 맞춤형 서비스로 숲해설, 숲치유와 건강, 웰빙과 연계된 것임

○ 확장형 녹색복지는 문제해결형 녹색복지라고도 할 수 있는데, 사회문제(고용 및 일자리, 청소년, 초고령화 사회 등) 해결을 위한 녹색복지와 환경문제(기후변화, 생물다양성, 도시열섬현상 등)해결을 위한 녹색복지를 의미함[46]

- 생활권 내 숲 체험, 안전, 건강·힐링, 교육문화, 일자리 창출, 세대 간/주민 간 교류 등을 보장요소로 보고 있으며, 기본원칙은 접근성, 연계성, 안전성, 삶의 질 향상임

45) 서울시, 2014, 녹색복지 기준 및 지표수립 마련

46) 김인호, 2012, 도시의 숲과 녹색복지거점 구축방안, 도시문제, 47권 521호, p24-28

□ **서울시 녹색복지 관련 정책**

○ 생활권 내 숲 체험

- 한뼘 동네공원, 동네 뒷산공원, 옥상녹화, 공공기관 담장 녹화 등

○ 안전

- 산사태복구·예방 사방사업 실시, 공원안전실태 조사 실시 등

○ 건강·힐링

- 서울 둘레길 조성, 서울 근교 자락길 조성, 캠핑장 조성, 무장애 공원 조성, 치유의 숲 등

○ 교육·문화

- 유아 숲 체험장 조성, 생태 놀이터, 에코스쿨 등

○ 일자리 창출

- 서울시 25개 자치구 및 4개의 사업소에서 공공산림가꾸기 등 산림 녹색 일자리 사업 등

○ 세대 간/주민 간 교류

- 주민어울림 공원 조성, 주민참여형 동네숲 가꾸기 등

□ **서울시 녹색복지 구현 방안**

○ 환경기반 시설과 생활양식 등을 저탄소형으로 개편하여 온실가스와 환경오염을 줄이고 환경친화적인 녹색복지의 성장 추진이 필요

○ 저탄소 녹색성장과 기후변화에 대응하는 녹색도시 구현과 에너지 효율화를 위한 녹색건축물 조성의 기본방향과 전략을 수립하고 구체적이고 실현 가능한 사업을 도출

○ 온실가스 배출량 감축목표 달성을 위한 건축물 조성. 환경 친화적이고 지속 가능한 친환경 건축물 조성. 신재생에너지 활용, 자원절약 및 에너지 효율성이 높은 건축물 조성, 녹색건축문화 확산 방안 등

○ 녹색복지의 시각으로 생활권 내 숲 체험에서는 소외계층을 포함한 모든 시민이 생활권 공원녹지를 쉽게 접할 수 있도록 하기 위해 사회복지시설의 희망숲 조성, 다세대 주택 밀집지역의 마을정원 조성 등의 사업을 고려

- 건강 관련 생애주기별 녹색복지 프로그램: 병원과의 연계
- 숲 속 캠핑장 등 체류형 공간 마련 및 연계 프로그램 운영
- 도심 속 자연을 느낄 수 있는 여가공간 마련
- 공원별 방범시설, 환경, 우범성 등을 고려하여 안전도를 점검하고 등급별로 체계적으로 관리
- 방범시설 보강, 수목정비 등 공원환경 개선을 위한 공원등급별 가이드라인 마련 필요
- 안전한 공원설계 가이드라인 마련, 신규조성 공원에 대한 범죄예방환경 설계 도입
- 주민, 지자체, 경찰의 긴밀한 협력체계 구축을 통한 방범활동 실시
- 시민단체와 연계하여 다양한 숲 관련 프로그램을 진행하고, 세대간 주민간 교류를 이끌어 낼 수 있

는 동네숲 가꾸기, 세대 간 어울림 마당 등 다양한 사업 시행 필요

- 시민단체는 숲관련 전문가 등을 양성하기 위한 아카데미 등을 개설하고 이를 전문 인력으로 활용하여 일자리 창출에도 기여할 수 있도록 함
- 또한 서울시 숲 속 강의 등 숲을 활용한 교육 문화 프로그램이 활발히 진행할 수 있도록 유도해야 함
- 녹색복지 프로그램 진행시 산림교육전문가 및 산림치유지도사와 연계하여 진행할 시 일자리 창출에 기여할 수 있을 것임

나. 협력적 녹색 거버넌스 기반 구축

1) 지속가능한 녹색 거버넌스와 사회·기술 시스템 전환

(1) 사회-기술 시스템 전환과 환경·에너지 문제

□ 시스템 전환 정책의 주요 영역으로의 에너지 전환

○ 에너지 전환이란 공급 지향적이며 중앙집권적인 에너지 체제에서 신재생에너지와 분산적 에너지 체제로의 전환을 의미함

- 구체적으로 화석연료와 원자력 에너지원 중심의 공급 지향적이며 중앙집권적인 에너지 체제에서 (신)재생가능에너지원 확대, 에너지 절약과 효율 개선, 그리고 에너지 소비 감소 등의 수요관리에 관심을 두는 소규모 지역 분산적, 시민 참여적 에너지 체제로의 전환을 뜻함

○ 에너지 전환은 기술적 전환과 더불어 에너지 소비 주체들의 에너지 전환 필요성에 대한 인식과 실천의 전환을 필요로 함

- 이를 위해서는 다양한 주체들이 참여하는 다층적 거버넌스의 이행이 전제가 되어야 함

□ 사회-기술전환 이론과 환경·에너지 문제

○ 사회-기술전환 이론(Socio-technical Transition)은 전환(transition), 시스템 전환(system transition), 시스템 혁신(system innovation), 지속가능한 전환(sustainability transition) 등의 현상을 다루는 연구를 의미

- 혁신연구는 신기술 관점(emerging technology perspective)에서 특정 기술의 성공적인 확산요인과 장애 요인을 분석하고 정책 개입 방향을 도출하는 미시적 차원의 접근이라면, 사회-기술전환 연구는 보다 거시적 차원에서 에너지, 운송 등 사회적 기능의 변화를 위한 정책의 역할에 초점을 맞춤

- 특히, 사회-기술 전환론은 지속적으로 사회에 영향을 미치면서 해결하기 어려운 사회적 난제들(societal challenge), 실업 문제, 양극화 문제, 자원·환경 문제들에 대한 장기적이고 구조적인 접근을 요구함

○ 사회-기술전환 이론은 환경·에너지와 같은 사회적 난제들을 해결하기 위해서는 새로운 기술과 활동방식, 하부구조, 시장으로 구성된 사회·기술시스템으로의 전환을 주장함

- 현재의 여러 개선정책과 활동으로는 근원적 문제 해결이 어렵기 때문에 20~30년의 장기적 시야를 가지고 전환을 달성하기 위한 정책과 사업을 만들어 가는데 주안점을 두며, 비전에 입각한 사회-기술혁신 추구를 목표로 함

- 예를 들어, 환경·에너지갈등의 발생을 사후에 해결하기보다는 사전에 예방하고 관리하는 갈등관리, 위험 대응 시스템을 구축하는 것이 필요하며, 에너지 생산-소비 구조하에서 일방적인 공급 일변도에 초점을 맞추는 정책이 아니라 에너지 소비 관리 등을 통해 생산과 소비의 양방향의 균형을 맞추는 사회-기술 시스템을 추구한다고 할 수 있음

□ **사회-기술전환 이론의 대표 이론, 전환관리 이론**

○ 사회-기술전환 이론에는 대표적인 4가지 이론으로 다층적 관점, 전환관리, 전략적 니치 관리, 기술혁신시스템이 있음

○ 그 중 전환관리(TM, Transition Management) 이론은 복잡하고 장기적인 전환과정의 효과적인 관리를 위해 새로운 거버넌스적인 접근 필요성을 인식하고 있어 더욱 주목을 받음

- 전환관리 이론은 2000년대 초반 네덜란드 학계에서의 논의를 중심으로 발전하였는데, 개방적, 참여적 접근에 근간한 점증주의의 장점과 목표설정 및 관리에 초점을 맞추는 장기기획의 장점을 결합하여 전환을 어떻게 관리운영(governing)할 것인가를 주목함

○ 전환관리의 특징은 사회적 합의에 의한 장기비전 및 목표 설정, 전략-전술-운영적 계층으로 구분되는 다층적 거버넌스의 통합적 운영, 목표 지향적 조정, 시스템 개선과 혁신의 동시 추구, 전환실험을 통한 학습 등이라고 할 수 있음

- 특히 전환실험은 이론의 핵심요소로, 심화(deepening), 확대(broadening), 확산(scaling-up) 메커니즘을 통해 다양한 행위자의 인식과 관행을 변화시키는 사회적 학습을 촉진하는 중요한 특성을 나타냄

(2) 거버넌스의 권한과 범위 특성

□ **거버넌스 개념의 변화**

○ 사회-기술시스템 전환이론에서 주목을 받고 있는 거버넌스의 개념은 정치·경제·사회의 조건이 변화된 상황에서 새로운 형태로 제기되는 문제영역들에 대한 '관리 요구(governing needs)'가 점점 높아지고 있음

- 거버넌스의 일차적인 사전적 의미는 '통치방식', '관리양식', '지배구조' 등의 뜻을 지니고 있음

- 기존 국가 중심 체제의 '관리 능력(governing capacity)'은 점점 약화되는 상황에서 다양한 사회구성원들의 참여와 협력을 통한 새로운 관리체제를 모색하는 과정에서 등장하면서 주목을 받음

○ 기존의 정치 행정 체계가 지속되고 있는 상황 속에서 '거버넌스의 권한과 범위는 어디까지인가'에 대한 논쟁은 지속되고 있음

- 기존 전통적인 관료제의 영향이 매우 강한 우리나라에서는 이러한 거버넌스의 권한 양립성(compatibility)에 관한 갈등(시민사회단체의 국정/시정 의사결정의 참여, 자원의 공유 문제, 정책 책임성의 문제 등)이 매우 크게 나타남

□ 거버넌스와 대의민주주의 관계에 기초한 4가지 접근유형

〈표 6-1〉 거버넌스와 대의민주주의 관계 접근(conjectures)

관계 가정 (Conjectures)	관계 요건(Features)	
	의사결정 관점	책임성 관점
양립불가 (Incompatible)	의사결정은 기존의 폐쇄 네트워크(관료제 등)에서 이행	주요 책임성은 선출 정치인(관료들)에게 부여 (전통적 책임성)
도구적 (Instrumental)	의사결정은 복합적이지만, 암묵적 위계질서(shadow of hierarchy) 하에서 이행(기존 정치권력)	책임성은 선출 정치인의 주요한 역할에 의해 보증 (도구적 책임성)
보완적 (Complementary)	의사결정의 복합성이 증가하면서 거버넌스 네트워크의 필요성 확대	책임성은 정치관료와 다른 주체들 간에 공유됨 (공유적 책임성)
전환적 (Transitional)	현대사회는 거버넌스 네트워크와 상호의존성의 복합적 의사결정으로 구성	책임성은 의사결정과정 에서 견제와 균형이 이뤄지는 우선 지점에 존재 (구성적 책임성)

○ 양립 불가(incompatible) 관계는 거버넌스를 대의민주제(&관료제)의 위협과 도전으로 인식하는 것임

- 이 접근은 전통적 책임성(classical accountability)에 초점을 맞추어 거버넌스를 폐쇄 네트워크(관료제 등) 하에서 정치가/관료들에게만 부여된 것으로 봄

○ 도구적(instrumental) 관계는 거버넌스를 사회적 복잡성(complexity)을 직면하는 상황 속에서 대의민주주의 권한을 개선시켜 주는 수단으로 인식함

- 선출 정치인들의 책임성을 우선 보증하면서 다른 주체들의 의사결정을 관리하는 다른 형태를 활용하는 것으로 초점을 맞춤

○ 보완적(complementary) 관계는 거버넌스를 사회와의 추가적인 연계 틀로 인식하면서 대의민주주의와 공존하는 숙의 및 참여 민주주의에 기초하는 것으로 주목함

- 책임성을 선출된 정치인(관료들)과 다른 주체들 간의 공유되는 책임성으로 보면서 다양한 형태의 책임성에 초점을 맞춤
- 또한, 거버넌스는 복잡성이 증가하는 의사결정의 과정에 관련 있는 주체들을 포함해야 함을 강조

○ 전환적(transitional) 관계에서는 거버넌스가 더 유연하고 효율적인 양식으로서 대의민주주의가 다른 사회적 의사결정체계에 의해 대체될 수 있는 상황에서 주요한 사회 의사결정 양식인 것으로 인식함

- 의사결정의 개방성과 투명성에 비중을 두면서, 책임성을 견제와 균형에 의해 이뤄지는 구성적 책임성(constructed accountability)으로 제시함
- 전환적 접근은 정보화 혁명과 지구화에 광범위한 영향을 받는 사회에서 복잡한 의사결정과 상호의존성의 맥락을 중요시함

○ 거버넌스를 둘러싼 개념적 논의들은 다양한 학문 영역과 학자들에 의해 해석되고 정책영역에

적용되어 옴

- 거버넌스는 정부와 사회, 시민, 기업 등 다양한 주체들 간의 협력과 조정의 의미와 현상을 지칭하는 것으로 발전

(3) 녹색 거버넌스의 유형 및 특성

□ 녹색 거버넌스의 중요성

○ 환경 및 에너지와 거버넌스의 관계는 그 중요성과 효과성에서 주목을 받아왔으며, 도시관리 패러다임의 변화 속에서 가장 두드러지게 논의되고 있음

- 녹색 거버넌스는 1992년 리우 회의에서 제기된 지속가능한 개발의 핵심 개념이며, 2016년 UN 지속가능발전목표(SDG)의 주요 어젠다로써 전 지구적으로 전개되어 옴

○ 거버넌스가 기존에 정부가 독점했던 권력의 행사를 대치하고 수평적이고 상호 협조적인 동반자적 관계를 형성한다고 보았을 때, 환경에너지 거버넌스(녹색 거버넌스)는 환경에너지 정책 관련 문제 해결을 위한 다자간 관계 형성과 파트너십이라고 볼 수 있음

- 녹색 거버넌스는 환경문제의 해결에 있어 정부의 명령과 권위도 존재하고 바람직한 정부 역할 수행을 위한 관리자와 관료도 존재함
- 그러나 그 대상은 환경문제의 전부가 아니라 오히려 일부만이 정부의 일이며 나머지 분야는 정부 이외의 다른 부문과 긴밀한 협조가 필요함
- 특히, 녹색 거버넌스에 대한 개념은 환경문제 자체가 가지고 있는 시간적 역사성과 함께 변화되어 왔으며 그 논의들도 지구적/국가적/지역적 수준에서 다양하게 진행

□ 녹색 거버넌스의 3가지 유형과 특성

○ 환경에너지 문제 해결을 위한 전통적 정책수단의 변화로서의 녹색 거버넌스

- 협의의 의미로 본 이 녹색 거버넌스는 환경에너지 문제해결을 위해 전통적 정책수단의 변화를 달성하는 보다 연성적인 수단 및 기제로써 분권화, 시민사회의 동원 등을 강조함
- 이러한 수단/기제는 정부가 다른 행위자들과 함께 역량을 공유하여 환경문제 해결/조정 과정에서 파트너십을 이뤄가는 것으로, 기존의 명령통제적인 방법에서 환경에너지 거버넌스를 통한 탈권위주의적 의사결정 및 조직 형태로의 변화라고 이해함
- 예를 들어, 에너지 절약 및 이산화탄소 배출량 감축을 위한 기업과의 장기적인 협약, 자율 환경관리 제도 등이 있음

○ 환경에너지 문제 관련 갈등 해결을 위한 합의 형성 과정 또는 기제로서의 녹색 거버넌스

- 광의의 의미로 본 이 녹색 거버넌스는 갈등으로 인한 막대한 경제적/사회적 비용을 줄이기 위한 사전 조정 및 예방 기제로 주목을 받아옴
- 이러한 녹색 거버넌스의 갈등 관리적 특성은 느슨한 이슈 네트워크에서 다양한 이해당사자들 간의

참여와 협력을 이뤄가는 것으로 나타나며, 지속가능발전 목표 달성을 위한 기반이 되는 사회적 자본으로 발전할 수 있는 가능성을 가짐

- 우리나라의 지방자치 경험이 일천하고 시민 민주주의의 역량이 미성숙한 상황에서 더욱 주목받고 있으며 환경에너지 갈등 문제 해결을 위한 거버넌스적 실천의 요구를 수렴하고 있음

○ **지속가능발전 목표를 달성하기 위한 접근으로써 녹색 거버넌스**

- 지속가능발전을 위한 녹색 거버넌스는 정치/경제/사회 전반의 지속가능발전을 위한 구조와 과정을 이뤄가기 위한 중요한 조건으로, 게임의 규칙을 바꾸는 것 이상으로 게임 자체의 변화를 지향한다는 점에서 가장 광의적 의미를 담고 있음
- 이는 지속가능발전 실현의 수단으로 이해당사자 간 상호신뢰에 기초한 심의(deliberation) 과정에 주목하며, 거버넌스 체계의 제도적 문제해결 능력을 향상시켜 환경문제의 총체적 해결을 추구하는 것에 초점을 맞춤
- 지속가능발전을 위한 녹색 거버넌스는 환경에너지 정책 수단의 소극적 변화의 환경에너지 거버넌스, 일시적인 환경갈등 해결을 위한 거버넌스의 적용 범위를 넘어 경제/사회/환경의 통합적인 지역발전 지향 및 지역사회 전반의 사회·경제 체제의 패러다임 변화와 연계된 새로운 형태의 협력·조정 양식임
- 이러한 지속가능발전 거버넌스의 잠재력을 가진 사례로 지방의제 21이[47] 있음

2) 녹색 에너지 전환의 서울시 대표 사례 '원전하나줄이기'

(1) '원전하나줄이기' 정책과 녹색 거버넌스

□ '원전하나줄이기' 사례의 중요성

○ 서울시 '원전하나줄이기' 정책은 한국에서 보기 드문 시민참여를 통한 종합적 에너지 전환의 실험 사례이자 환경에너지 다층적 거버넌스 사례임

○ 그간의 중앙 중심적인 에너지 정책의 의사결정 및 집행과정 속에서 배제되어왔던 지방정부가 에너지 정책 수립과 이행에서 어떻게 의미 있는 역할을 할 수 있는지를 보여주는 실천 사례라는 점에서 의미가 깊음

□ 거버넌스 권한과 자원의 공유 및 역할

○ 거버넌스 메커니즘 하에서의 권한은 참여의 관계 및 조정 과정에서의 인적 및 물적 자원(기술 및 전문성, 문제해결 정보, 조직 및 기관 접근성, 관계 인사 소집력, 시설 및 장비) 등을 통해 구현됨

- 예를 들어, 자원은 참여자 간 거버넌스 네트워크를 통해서 다양한 방식으로 결합될 수 있으며, 그

47) 지방의제21이란 1992년 유엔환경개발회의에서 채택되어 현재까지 지속되고 있는 지속가능발전을 위한 민관협력 행동계획/프로그램을 말함

과정에서 참여 주체 홀로 이룰 수 없는 새롭고 가치 있는 결과물들을 이뤄낼 수 있음

○ **'원전하나줄이기' 정책을 통해 서울시는 규제하는 역할이 아닌 협력적인 조정자(steering) 역할을 수행하며 여러 이해관계자들 중의 하나의 주체로서 다른 주체들의 관계를 발전시킴**

- '원전하나줄이기' 정책에서 이러한 권한과 책임이 구현되는 자원 공유의 근거는 최고의사결정과 종합대책의 방향 결정 기관인 시민위원회와 사업 총괄 및 조정의 거버넌스 기구로써 세부사업을 계획하고 실행하는 실행위원회 위원들의 인적 구성의 다양성과 권한 배분의 특성으로 나타남

〈표 6-2〉 시민위원회, 실행위원회, 시민토론회, 포럼 개최 결과(누적)

		1기		2기			합계
		'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	
시민위원회		2회	2회	2회	2회	2회	8회
실행 위원회	전체회의	13회	2회	3회	1회	4회	23회
	위원장단 회의	-	5회	13회	-	-	18회
	분과위 회의	28회	20회	18회	37회	29회	132회
	자문(기획)회의	-	-	-	3회	6회	9회
시민 토론회		2회	2회	2회	-	-	6회
포럼		-	1회	1회	-	4회	6회

자료: 서울시, 2012, 원전하나줄이기 종합대책; 서울시, 2014, 저탄소 녹색성장을 위한 '에너지살림도시, 서울' 종합 계획; 서울시 내부 자료

- 서울시 '원전하나줄이기' 정책(사업)의 최고 의사결정기구인 시민위원회의 경우, 1기 위원들의 출신별 구성(19인)은 시민단체 6인, 종교계 4인, 경제계 2인, 교육계 2인, 학계 2인, 문화·언론계 2인, 서울시 1인(서울시장)으로 이뤄졌으며, 위원장은 서울시장과 민간위원장 2인이 공동으로 맡아 위원장직을 수행함

- 2기 시민위원회 위원들의 경우(21인)에도 동일하게 민관의 권한이 동일하게 공유되는 공동위원장 체제에서, 위원구성은 시민단체 6인, 종교계 5인, 학계 4인, 경제계 2인, 교육계 1인, 문화계 1인, 서울시 1인(서울시장), 의회 1인으로 구성되는 다양성을 보여줌

- 또한, 시민위원회 정기적인(분기별) 회의의 진행과 더불어 원전하나줄이기 사업 총괄 및 조정의 거버넌스 기구로써 세부사업을 계획하고 실행하는 실행위원회의 지속적이며 실제적인 회의(전체회의 23회, 위원장단 회의 18회, 분과위 회의 132회, 자문(기획)회의 9회)의 과정과 결과는 실질적인 권한과 역할이 공유되고 협의의 장으로 이행되는 모습을 지녀왔다고 볼 수 있음[48)]

- 실행위원회의 사업 계획 및 실행에 관한 5년간 총 182회의 분과위 회의를 비롯한 다양한 회의가 진행됨. 이러한 협의의 장에서 민관의 다양한 참여자들은 의견과 정보를 공유하면서, 의사결정 과정에서 단순한 참여자의 역할이 아닌 공동 생산자(co-producer) 및 아젠더 수립자(agenda-setter)의

48) 허태욱, 2018, 사회-기술 시스템 전환과 서울시 환경에너지 거버넌스: '원전하나줄이기' 사례

역할이 공동으로 수행되었다고 할 수 있음.[49] 결국, 실행위원회(분과위원회) 회의 논의 결과를 토대로 시민 (대)토론회 및 공개포럼이 12회 진행되어 공론의 장의 마중물 역할을 해왔다고 볼 수 있음

□ 시민사회의 역량 증진

○ 위와 같은 권한과 자원 공유의 결과로, 시민단체들과 일반 시민들의 광범위한 참여와 의견수렴이 전환적으로 확대됨

○ 서울시 '원전하나줄이기' 정책(사업)을 통해 '에너지 민주주의'를 지향하면서 시민사회 대표자들의 참여를 넘어 서울시민 및 지역주민 개개인들의 직접적인 참여 통로로 시민워크숍과 정책토론회, 포럼 등을 열어 거버넌스의 공간을 더욱 넓게 확장함

- 자치구와 시민단체, 기업 등의 '원전하나줄이기' 관련 사업의 참여 활성화 위한 인센티브 사업들과 민간 MOU(60건), 공모사업(연간 100여 건) 등의 협력사업 들을 적극적으로 전개해 옴
- 지역 시민단체 및 공동체의 역량 강화 등을 위해 지역자원과 연계한 '거버넌스형 공모' 사업들을 추진하여, 지역사회의 에너지 대안들을 모색하는 프로젝트를 지역(시민)사회 중심으로 이뤄지도록 촉진함. 2015년부터는 공모사업의 60%를 지역자원 연계사업에 우선 배정하여 진행하고 있음
- 기존의 '홈 에너지컨설턴트', '그린리더', '에너지수호천사단' 등 개별사업들을 역량 있는 단체중심으로 사업을 통합하거나 네트워크 사업으로 전환하여 사업의 효과를 확대해나감

○ 다각적인 시민사회 및 지역사회의 역량 증진 관련 사업들은 시민사회단체의 적극적인 참여 증진 및 관련 역량 강화와 더불어 '원전하나줄이기' 정책목표에 대한 인식 증대를 동시에 이끌어내는 선순환을 가져옴[50]

- 시민사회와 지역사회에서 에너지 전환에 대해 단순한 에너지원의 선택 문제가 아니라 어떤 경제시스템을 선택할 것인가의 문제로 인식되는 결과를 낳고 있다고 할 수 있음

□ 협력적 의사결정 과정

○ '원전하나줄이기'를 위한 주요 거버넌스 기구인 시민위원회와 실행위원회를 통해 서울시 정부와 시민사회와 기업이라는 다른 영역의 행위자들과의 협치의 플랫폼 실험이 과감하게 추진됨

○ 관과 민이 공동으로 정책을 수립하고 집행하는 방식으로 거버넌스가 이행

- 시민사회와 기업의 다양한 인사들이 '원전하나줄이기'의 총괄적 거버넌스 조직인 시민위원회와 실행위원회에 참여하여 서울시와 수평적 관계로 협력해옴
- 시민위원회의 경우, 에너지 절감도시에서 생산도시로의 전환적 정책 패러다임을 주도하는 논의를 진행하면서, 정책 방향 결정과 사업계획 수립, 변경 승인 및 총괄 조정 등의 결정을 종합적으로 분기별 회의를 수행
- 실행위원회에서는 분과위 회의, 전체회의, 기획회의 등의 다양한 이슈별 실제적인 회의를 통해 종합

49) 허태욱, 2018, 사회-기술 시스템 전환과 서울시 환경에너지 거버넌스: '원전하나줄이기' 사례
50) 허태욱, 2018, 사회-기술 시스템 전환과 서울시 환경에너지 거버넌스: '원전하나줄이기' 사례

대책 전반에 관한 자문, 사업별 시행방안 자문 및 사업 발굴&기획, 민간 주도의 사업 활성화 방안 모색, 사업평가 및 보완 방안 강구 등과 관련된 다양한 협의를 진행

- 다수의 민간 위원 구성원들의 의견들이 실행위원회 내부의 협력적 의사결정과 더불어 시 공무원들이 다수 속한 추진단과의 협의에서도 원활하게 이행됨

(2) 전환적 녹색 거버넌스로의 시사점

□ '심화-확대-확산'의 전환실험의 지속적 구현

○ '원전하나줄이기' 사례의 환경에너지 거버넌스는 거버넌스 권한(authority) 관계 측면에서 보완적 및 전환적 접근이 양립하고 있으며 사회-기술 시스템 전환의 전환관리론(TM)의 측면에서는 '심화-확대-확산'의 전환실험이 2012년 이후로 지속적으로 구현되고 있음

○ '원전하나줄이기' 관련 사업의 확장을 통해 다층적 거버넌스(수직적 & 수평적)의 확대와 환경에너지 분야의 정책(사업)의 전환적 확대(broadening)와 확산(scaling-up)의 성과로 볼 수 있음

- 거버넌스의 권한(authority) 측면에서는 총괄적 거버넌스 기구인 시민위원회와 실행위원회의 구성원들 간에는 거버넌스를 기존의 전통적 관료제 기반의 의사결정체계 및 선출직 시장의 대표성을 넘어설 수 있는 주요한 사회 의사결정 양식으로 인식하는 양상을 보임
- 정책 결정의 책임성도 민관의 견제와 균형을 이뤄가는 구성적 책임성(constructed accountability)을 기반으로 환경에너지 분야의 복잡한 의사결정이 다양한 참여자들 간에 개방적이고 투명한 협력적 과정을 통해 구현되었다고 볼 수 있음
- 그러나 추진 본부 추진단의 주요 구성원인 시 공무원들과 관련 중앙 및 지방 기관들의 관료들은 거버넌스 의사결정의 이행을 보완적 측면으로 바라보면서, 기존에 비해 복잡성이 증가하는 의사결정 과정에 관련 있는 민간의 주체들을 다양하게 포함해 시 정부의 정책 결정과 집행을 보완적으로 지원하는 양식임을 강조함

□ 지속가능발전 전환 중심의 녹색 거버넌스

○ 녹색 거버넌스 유형 측면에서 '원전하나줄이기' 정책(사업)은 지속가능발전 전환 중심의 녹색 거버넌스로 도시·에너지 패러다임의 전환과 사회경제적 혁신의 정책목표와 인식을 공유하고, 이를 위한 제도적 동원, 권한 및 자원의 배분, 상호적 협력을 상당히 이행했다는 특징을 가짐

- 지속가능발전을 위한 녹색 거버넌스는 게임의 규칙을 바꾸는 것 이상의 게임 자체의 변화를 지향한다는 점에서 가장 광의적 의미임
- '원전하나줄이기'를 통해 구현되고 있는 서울시 녹색 거버넌스는 관련 체계의 제도적 문제해결 능력을 향상시켜 환경에너지 문제의 총체적 해결과 전환을 추구한다는 점이 중요한 특성임

○ 지속가능발전 전환 중심의 특성에도 불구하고, 서울시 녹색 거버넌스는 시장 개인의 리더십에 바탕을 둔 단선적 동력을 넘어 중앙정부 등과의 다층적 공고한 협력관계에 기반을 둔 전환적

거버넌스로 발전해야 하는 과제를 지니고 있음

- 녹색 거버넌스를 둘러싼 중앙정부와의 파트너십은 취약한 기반 위에 있었으며, 지방정부 간의 파트너십과 네트워크도 초기 단계에 불과한 상황임

3) 다층적 글로컬(glocalization) 녹색 거버넌스 구축 방향

(1) 글로벌 신기후체제와 저탄소 경제

□ 신기후체제로 기후변화 대응

○ 파리협정(Paris Agreement)에 의한 UNFCCC의 신기후체제는 선진국과 개발도상국이 함께 기후변화 대응에 동참한다는 데 의미가 있음

- 지난 2015년 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회에서 파리협정이 채택되자, 언론들은 "세계가 화석연료 시대의 종말에 서명했다"며 의미를 부여
- 국제재생에너지기구 IRENA는 "세계 에너지 전환의 분수령"이라고 환영함. 또한 국제에너지 기구 IEA는 온실가스 배출 증가를 수반하지 않는 저탄소 경제로의 전환을 전망

○ 각국의 기후 행동은 자발적인 국가별 기여방안(NDC, Nationally Determined Contribution)에 기반을 두고 있음

- 각국이 제출한 국가별 기여방안을 충실히 이행하더라도 지구 기온 상승을 섭씨 2도 이하로 유지하고 더 나아가 1.5도까지 억제하려는 파리협정의 장기목표 달성이 쉽지 않다고 봄
- 실제로 각국의 자발적 기후 행동과 유엔의 기후변화 대응 목표 간에는 상당한 격차가 존재
- 유엔환경계획(UNEP)은 목표와 현실 사이의 격차를 설명하고 각국의 기후 행동 강화를 촉구하는 〈배출 격차 보고서(Emission Gap Report)〉를 매년 발간
- 국제협약은 위반하더라도 제재 수단과 주체가 분명하지 않음

□ 파리협정의 발효와 저탄소체제로의 전환

○ 국제협약의 내재적인 한계와 약점에도 불구하고 파리협정은 2016년 11월 4일부터 발효되어 이행 중이며, 이것은 화석연료 중심의 에너지 체제가 저탄소체제로 전환됨을 의미

- 미국의 파리협정 탈퇴 선언은 파리협정의 이행에 부정적 영향을 미치겠지만, 미국을 제외한 모든 당사국은 파리협정 이행을 다짐하고 있음
- 자발적으로 기후 행동의 수준을 정했기 때문에 부담이 크지 않을 뿐만 아니라 에너지 효율 향상과 재생에너지 확대는 기술과 시장의 흐름이기 때문임

○ 에너지 산업과 시장은 에너지 효율과 재생에너지 중심으로 바뀌고 있음

- 산업과 시장의 변화가 기후협약에 영향을 주고 다시 기후협약이 저탄소 에너지 전환을 강화하는 순환 구조가 구축되고 있음

(2) 기후변화협약 기술-재정 국제협력 메커니즘

□ 기술 메커니즘

○ 기술 메커니즘은 UNFCCC 하에서 당사국 간 기후기술의 개발 및 이전의 더욱 원활한 이행이 이루어질 수 있도록 지원하기 위해 설립됨

- 최초로 기술개발 및 이전에 대한 UNFCCC 차원의 주요 합의는 1992년 리우에서 개최된 유엔환경개발회의의 '아젠다 21'이었으며, 유엔기후변화협약서 제4조에서는 개도국 대상의 환경친화기술 이전을 선진국이 부담해야 하는 의무로서 명시되어 있음

○ 기술 메커니즘의 구성은 정책을 담당하는 기술집행위원회(TEC, Technology Executive Committee)와 프로젝트 이행을 담당하는 기후기술센터네트워크(CTCN, Climate Technology Center and Network)로 구성됨

- 메커니즘은 감축과 적응 분야의 기술개발 및 이전 지원을 강화하고, 개도국의 국가 우선순위와 상황을 고려한 기술 수요를 파악하여 기술의 전 주기적 지원을 위해 설립됨

- 이를 위해, 정책기구인 TEC는 컨트롤 타워로서 기술지원 필요지역을 파악하고 국제적 협력을 유도하는 역할을 담당하며, 실행기구인 CTCN은 개도국 대상의 기후기술 프로젝트의 실질적 이행을 담당함

□ 재정 메커니즘

○ 기후변화체제에서 운영되는 재정 메커니즘의 구성 기금은 다음과 같음

- ① 지구환경기금 (GEF, Global Environment Facility): 1992년 채택된 UNFCCC 하의 재정 메커니즘

- ② 특별기후변화기금 (SCCF, Special Climate Change Fund): GEF가 운영

- ③ 최빈국기금 (LDCF, Least Developed Countries Fund)

- ④ 녹색기후기금 (GCF, Green Climate Fund)

- ⑤ 적응기금 (Adaptation Fund): 교토의정서 하의 기금

□ 기술 메커니즘과 재정 메커니즘의 연계

○ 기술 메커니즘 하에서, 개도국과의 기술협력에서 가장 중요한 사항은 개도국이 필요로 하는 기술을 중심으로 한 프로젝트 아이디어들을 실질적인 bankable한 프로젝트로 연계하는 것이며 이 과정에서 필수적인 사항은 '재원'과의 연계임.

○ 연계의 첫 번째 측면은 기술 메커니즘이 재정 메커니즘과 연계되는 제도적인 측면의 연계임

- 현재 제도적으로 독립적으로 존재하는 기술 메커니즘과 재정 메커니즘이 의사결정 과정을 포함하는 그 운영 프로세스 적인 측면에서 연계되는 것임

○ 두 번째 측면은 기술 메커니즘의 '기술 프로젝트'의 수행과 관련하여 실질적인 '재원과의 연계'임

- 기술 프로젝트가 수행되기 위해서는, 반드시 공적 또는 민간 '재원'과 연계되어야 하는데, 공적 재원에 속한다고 할 수 있는 UNFCCC의 공적 재원인 재정 메커니즘과 연계됨으로써, 안정적이면서 충분한 재원 마련을 모색

○ UNFCCC는 기술 메커니즘과 재정 메커니즘 간의 연계의 필요성을 정책적으로 추진하여 옴

(3) 녹색기후기금(GCF) 활용 저탄소 에너지 국제협력

□ 녹색기후기금 설립 배경 및 경과

○ 녹색기후기금(GCF)은 UNFCCC 하의 재정 메커니즘의 운영기구(Operating Entity)로 개발도상국의 온실가스 저감과 기후변화 적응 지원을 위해 2010년 설립된 국제기금임

○ 2010년 UNFCCC 당사국들은 제16차 당사국총회(COP16)에서 개도국 지원을 위해 연간 1,000억 달러 규모의 재원을 2020년까지 조성하기로 결정하고 이를 운영하는 재정 메커니즘의 핵심기구로 GCF를 설립

○ 2013년 6월 GCF는 대한민국과 본부협정을 체결하고, 12월 인천 송도에 사무국(Secretariat)을 개소함

○ 2014년 11월 공여 회의에서 35개국이 총 102억 달러의 초기 재원 조성을 공약함

- 한국은 2014년 9월 UN 기후정상회의에서 1억 달러 공여를 발표, 2015년 6월 1억 달러에 대한 공여 협정 체결

□ GCF 재원 접근 절차와 방식

○ GCF의 재원에 대한 접근 절차는, ① 수원국 자국의 국가지정기구(NDA, National Designated Authority) 선정 → ② NDA는 사업을 수행할 인증기구(AE, Accredited Entity)를 선정 → ③ AE는 재원이 필요한 프로그램 또는 프로젝트 제안서를 GCF에 제출하는 것으로 구성됨

- UNFCCC 기술 메커니즘(CTCN)의 국가지정기구는 NDE라 칭하고, 재정 메커니즘(GCF)의 국가지정기구는 NDA라 칭함

○ GCF 재원에 대한 접근 방식은 직접 접근(Direct Access)과 국제 접근(International Access)으로 나뉨

- 직접 접근은 수원국이 지정한 지방(Subnational), 국가(National), 지역 (Regional) 인증기구(AE)를 통해 재원을 요청할 경우

- 국제 접근은 UN 기구, 다자간개발은행, 국제금융기구 등 국제 인증기구(AE)를 통해 재원을 요청할 경우

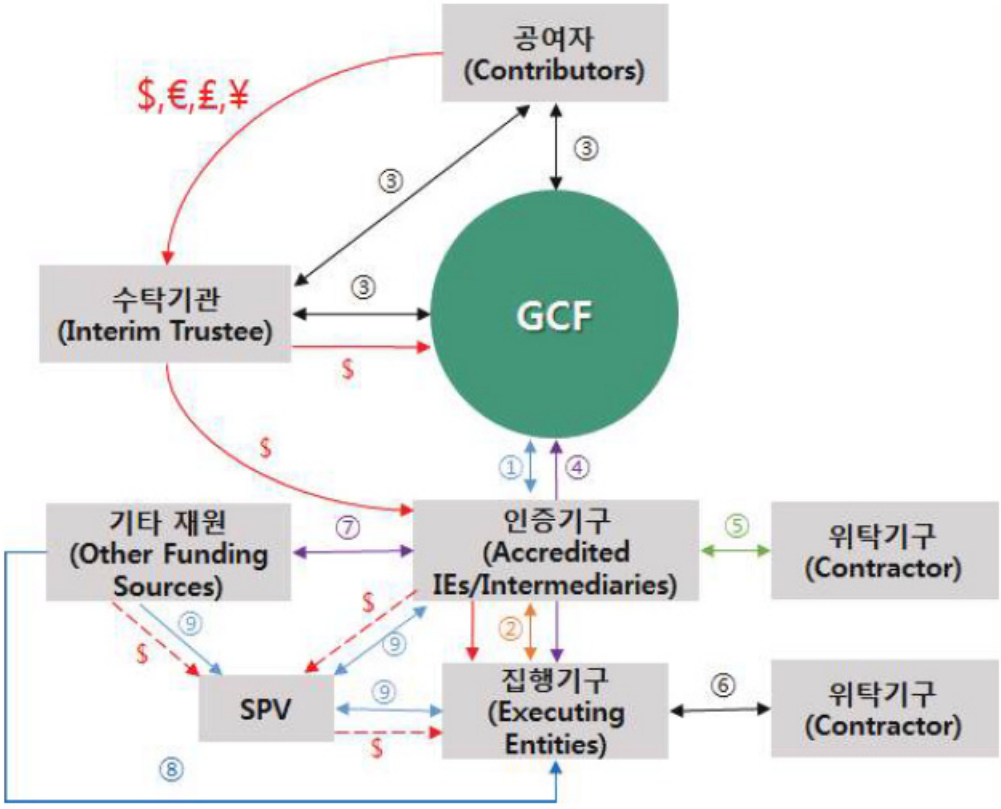
□ **GCF의 내부 및 외부 거버넌스 체계**

○ GCF 내부 거버넌스는 이사회와 사무국으로 구성되어 있으며, 이사회의 권한으로 기타 위원회(Committee), 패널(Panel), 그룹(Group)을 설립

- GCF는 UNFCCC 제11조에 근거한 재정 메커니즘의 운영 주체 중 하나임

○ 수탁기관(Trustee)은 자산 관리를 담당

- GCF 이사회 결정에 따라 자산을 관리하며, 재무기록을 관리하고, 재무제표와 관련 보고서를 이사회에 제출하는 역할을 함 (세계은행이 역할 수행)



① GCF와 인증 받은 IE/중개기구(AE) 간 합의서 체결
② AE와 EE 간 합의서 체결
③ 공여자, 수탁기관, GCF 간 공여협정 체결
④ AE를 매개로 하여 GCF와 EE 간 합의서 체결
⑤ 위탁기구를 지정하는 경우, AE와 위탁기구 간 합의서 체결(첨부2, 시나리오 II)
⑥ 위탁기구를 지정하는 경우, EE와 위탁기구 간 합의서 체결(첨부2, 시나리오 I)
⑦ 혼합기금을 운영하는 경우, 기타 재원을 보유한 기구와 AE와 차관 관련 합의서 체결(첨부2, 시나리오 III)
⑧ 혼합기금을 운영하는 경우, 기타 재원을 보유한 기구와 EE 간 차관 관련 합의서 체결(첨부2, 시나리오 IV)
⑨ 기타 재원보유 기구, 인증 받은 중개기구, 특수목적회사(SPV, Special Purpose Vehicle)와 EE 간 합의서 체결

자료: 녹색기술센터, 2018, 녹색기후기금(GCF) 활용방안 및 제안서 작성 가이드라인

〈그림 6-1〉 GCF 사업 수행기관 간 거버넌스

○ 국가지정기구(NDA)와 국가연락창구(Focal Point)는 소통창구역할을 담당

- 국가지정기구(NDA, National Designated Authority)는 GCF와 개도국 간의 소통창구역할을 수행하는 개도국 정부 기관으로 자국의 기후변화 전략과 계획에 따라 GCF에 사업을 제안하며, 한국의 NDA는 기획재정부임
- 국가연락창구(FP, Focal Point)는 NDA로 지정되기 전까지 임시로 NDA의 역할을 수행하도록 개도국 정부가 지정한 개인 또는 기관을 말함

○ 사업 수행 기관인 이행기구(IE, Implementing Entity)는 GCF 사업 추진 주체로서 사업 개발, 시행, 종료까지 사업의 전 과정을 관리함

- 프로젝트/프로그램 사업제안서 개발 및 제출, 프로그램 운영과 실행 감독, 금융수단의 효율적 이용, 민간자본 동원 등의 기능 수행
- IE는 국가 · 지역 IE와 국제 IE(UN기구, 다자개발은행 등)로 나뉨
- 중개기구(Intermediaries)는 IE 중에서도 증여뿐만 아니라 다른 금융수단(차관, 혼합금융 등)을 이용할 수 있는 IE임
- GCF 자금지원을 신청하고자 하는 IE와 중개기구는 GCF의 인증(Accreditation)을 거쳐야 하며 인증기구(AE)만이 GCF에 사업제안서를 제출할 수 있음

□ GCF 사업신청 절차 및 관련 지원제도

○ 사업신청 절차는 크게 6단계로 이루어져 있음

- ① 프로젝트/프로그램 사업제안서 요청 및 접수
- ② 컨셉노트 제출(선택사항)
- ③ 사업제안서 제출
- ④ 이사회의 검토와 권고
- ⑤ 이사회의 결정
- ⑥ 승인된 사업제안서에 대한 합의서 체결

○ 사업 신청 준비를 위해 GCF의 기타 지원 제도를 활용할 수 있음

- 능력배양(Readiness)제도는 수원국 주인의식과 GCF 재원의 접근성을 제고하기 위한 프로그램으로 모든 개도국을 대상으로 하며 ① NDA/FP 역량 강화, ② 기후변화대응 전략수립, ③ 국가 IE 인증 지원, ④ 사업개발 지원을 위한 재원을 제공함
- 사업준비지원금융(Project Preparation Facility)은 능력배양 프로그램 (Readiness Program)의 일환으로 사업 준비과정에서 필요한 구체적인 활동을 지원하기 위한 재원임

□ GCF 중점사업 8대 분야

○ 4개 감축분야로 저탄소 에너지 발전 및 보급, 저탄소 교통, 건물/도시/산업 에너지 효율, 산

림 및 토지 이용 등 저탄소 에너지 활용 분야 초점

○ 4개 적응분야로 주민과 지역사회 생계, 인프라 및 조성환경, 보건/식량/물 안보, 생태계 및 생태계 서비스가 제시됨

(4) 저탄소 녹색에너지 로컬 거버넌스와 지방정부의 역할

□ 중앙-지방 정부 간 협력 방향

○ 중앙-지방정부 간 협력관계에는 '협력'과 '조정'의 역할이 동시적으로 이뤄지는 측면이 있어서, 구속력이 부여되는 조정의 개념을 바탕으로 협력의 개념을 흡수하여 조화롭게 운영하는 것이 필요

- 기본적으로 정부 간 협력관계는 중앙정부와 지방정부 간의 수직적 통제 관계가 아닌 중앙정부와 지방정부 간의 수평적이면서 상호의존적인 협력관계를 뜻하지만, 단지 자율적 협력만을 뜻하는 것이 아닌 공식적인 규칙에 따른 '조정적 협력'을 바탕으로 하는 관계를 의미
- 정부 간 협력관계에서는 상호의존성과 함께 일종의 게임의 개념이 적용된다고 볼 수 있으며 이것들이 정부 간 협력관계의 구성요소를 이룸

○ 그러나 지역에너지정책의 거버넌스(추진체계)는 관련 사업들의 중요성에도 불구하고 지역의 역량 부족, 사업추진에 대한 동기 결여, 타 지역사업과의 통합·연계성 미흡 등의 한계들을 드러내고 있음

○ 대부분의 지방 정부에서 인프라의 취약성과 거버넌스 체계 미흡으로 원활한 운영이 어려움

- 대부분의 지방정부는 물적·인적 인프라가 취약하고 거버넌스 체계가 미흡하여 사업 발굴 및 추진과 그에 대한 검증·평가 등 전반에 걸쳐 원활한 운영이 어려운 실태임
- 지역에너지 사업이 중앙정부 주도의 사업이어서 사업주제나 예산의 범위가 한정되어 있고, 지역이 주도하는 사업들도 간단한 소규모 사업(LED 조명등 교체, 소규모 태양광 설치 등)에 편중되어 있음

○ 중앙정부 차원에서 지역 특성에 맞는 에너지사업 추진을 위해 할당되는 재원은 절대적으로 부족한 실정

- 에너지 사업의 대부분은 중앙정부에서 사업 내용이 기획되고 있으며, 지역지원 예산 중 지방 정부가 지역 특성을 반영해 직접 시행하는 사업은 미미한 수준임
- 지역 지원사업을 제외하고는 지방정부의 역할이 없기 때문에 지역에서 수행된 여타 에너지 사업에 대한 관심이 낮아 중장기적인 접근이 어렵고 지역의 특성과 다양한 수요를 종합적으로 반영하기 어려움

○ 지역에너지사업은 매칭 펀드 방식의 추진이 많아 지역의 재정적 여건 고려 필요

- 국비를 지원받는 만큼 지방비를 함께 부담해야 하는 '매칭 펀드' 방식으로 추진되는 경우가 많으므로 원활한 지역에너지사업 추진을 위해서는 지역의 재정적 여건도 뒷받침되어야 함
- 광역지자체 간의 극심한 재정자립도 편차가 있는 상황임. 서울특별시를 제외하고 대부분은 50% 이

하의 재정자립도를 보여주며 광역시와 도 간에도 재정자립도 차이가 있음

- 지역에너지계획의 자율적 수립과 지역에너지사업의 지속적 운영을 달성하기 위해서는 관련 제도의 의무화와 더불어 지역 여건에 따른 재정지원이 선행되어야 함

○ **에너지 분야에서의 중앙과 지방 간 협력을 증진하기 위해서 지방정부의 정책 참여 경로의 다각적 확대가 필요함**

- 기존의 행정부시장·부지사회의, 지역발전위원회, 법령심사위원회 등에 지역에너지 현안에 대해 건의하고 정책에 반영될 수 있도록 상설화되고 제도화된 장치가 마련될 필요
- 중앙정부에 대한 협상력을 높이기 위해서는 지자체 간 협의체 결성을 통한 공동 대응 노력이 필요

○ **영향력 범위(scope of influence)를 고려한 역할 범위 재설정 필요**

- 에너지 소비 권역과 설비권역 등을 비롯한 영향력 범위(scope of influence)를 충분히 고려하여 개별 에너지원별 및 사업별로 중앙정부와 지방 정부의 역할 범위를 재설정하는 것이 필요함

○ **지역의 자발성과 독자성을 이끌어 내기 위해 지역에너지 사업에 포괄보조금 개념 도입 필요**

- 지역 특성과 우선순위를 반영한 지역에너지 프로그램 발굴, 선택과 집중에 의한 공간 단위의 통합적 접근, 사후관리·재정 메커니즘 개발 등에 대한 광역지자체의 역할과 권한의 확대 등을 위함
- 이와 함께 중앙정부는 투자 대비 성과를 모니터링할 수 있는 핵심 지표에 의해 지자체 추진성과를 검증하여 지자체의 책임성과 사업의 효과성을 높일 수 있음
- 보조금을 시설 설치 용도로만 제한할 것이 아니라 지자체에서 에너지 효율 개선 및 신재생에너지 보급 사업 지원을 위한 기금이나 재정 메커니즘으로 활용할 수 있도록 확대할 필요가 있음

○ **지역의 다른 계획들과의 유기적인 체계가 강화되어야 함**

- 중앙-지방 간 협력체계 강화를 넘어 지역에너지계획의 실효성을 극대화하기 위해서는 지역의 다른 계획들과의 유기적인 체계 강화 필요
- 각 지방 정부의 에너지 이용 합리화, 신재생에너지 보급, 기후변화대책 등에 대한 계획 수립을 의무화하고 있는데 국가 계획이나 토지 이용 계획들과의 연계성은 아직 낮은 수준임

□ 지방정부의 역할 확대 방향

○ **각 지방정부의 도시개발 정책은 신재생에너지를 활용한 쾌적한 도시 조성에 중점을 두어야 함**

- 지속가능성이 가장 최우선으로 고려되는 현재의 개발 패러다임 하에서, 신재생에너지를 활용한 자원 절약형, 자연친화적, 친환경적 도시개발로서 지역주민의 생활 여건 및 쾌적한 도시조성에 중요한 목표를 설정해야 함

○ **지방정부는 지역의 에너지 문제 해결을 위해 지역 특성에 적합한 방식의 새로운 실험을 실시와 확산, 이를 통한 중앙정부의 제도적 변화 유발의 측면에서 그 역할이 매우 중요함**

- 에너지 전환 등의 과정을 중앙정부가 주도하는 과정에서, 현장에 대한 이해 없이 설계된 새로운 기술과 서비스를 무리해서 적용할 경우에는 소비자인 주민들의 반대에 부딪혀 성과를 내지 못하거나

실패할 가능성이 높다는 것이 확인되고 있음

- 현장에 대한 밀착성과 대응성이라는 점에서 새롭고 모험적인 저탄소 에너지 정책과 사업을 구상하고 실험하고 전파하고 확산하는 '혁신의 실험장'으로서 지방정부의 역할은 더욱 강조되고 있음
- 지방정부는 그 지역의 시민사회, 협동조합, 노동조합, 지역기업, 공기업 등 새로운 이해당사자와 협력하며, 이를 통해 저탄소 에너지 혁신뿐만 아니라 지방정부 업무의 고유한 영역인 다양한 삶의 문제(환경관리, 도시관리, 삶의 질 증진, 고용, 복지 등)를 함께 다루게 됨

□ 지방정부 간 협력: EU 로컬 네트워크 활성화 시사점

○ 정부는 중앙정부 단위뿐만 아니라 지방정부 단위에서도 모두 에너지 전환에서 중요한 역할을 담당하고 있으며, 각 정부는 상이한 경쟁력을 가지고, 서로 보완적인 역할을 수행함

○ 독일의 '100% 재생에너지 지역'(100%ee-Regionen)은 지역 간 네트워크를 구축하여 협력하면서 에너지 전환을 추진하는 대표적인 사례임

- 이 프로젝트를 통해 에너지 공급을 장기적으로 100% 재생에너지로 교체하려는 지역 및 도시들이 서로 연결되고 협력할 수 있게 됨
- 100% 재생에너지 지역(100ee-regions)은 혁신적인 재생에너지 기술을 실험하는 공간을 마련하고, 지역 수준의 광범위한 이해관계자 네트워크를 구성하여 계획 수립과 목표 설정에 참여하도록 하고 있으며, 시민들이 참여할 수 있는 검증된 수단을 운영하면서 실제로 에너지 대부분을 재생에너지 자원으로 충당하고 있음
- 100% 재생에너지 시작 지역(100ee-starter-regions)은 재생에너지 보급을 적극적으로 추진하고 있는 지역으로서, 선도 지역의 경험을 습득하여 성공적인 절차와 방법들이 확산될 수 있도록 지원하며, 궁극적으로 에너지 전환을 달성하고자 함

○ 유럽의 '에너지 도시(Energy Cities)'는 유럽 내 에너지 전환을 위한 지방 정부들의 연합으로 중요한 시사점을 제시하고 있음

- 1990년에 설립되어 현재 30여 개 국가의 1,000여 개 이상의 도시들이 참여하고 있음
- 2017년부터 2020년까지 독일 하이델베르크 시가 의장 역할을 수행하며, 11개 유럽 도시들(네덜란드 델프트, 프랑스 파리, 스웨덴 벡쇼 등)이 운영위원회로 활동 중
- EU 에너지 도시들의 목표는 지속가능한 에너지 영역에서 도시들의 역할과 능력을 향상시키고, 경험 교류, 노하우의 이전, 공동프로젝트 수행 등을 통해 도시 간 에너지 부문 협력을 활성화시키는 것임
- 특히 2018년의 경우, EU의 '2050 장기 기후-중립 전략' 작성에 영향을 미치는 등, EU 차원의 에너지 및 기후변화 정책 수립 과정에서 지방정부의 이해관계를 대변하고 있음

○ 에너지 도시들의 가장 중요한 활동 중 하나는 도시들 간 관련 지식의 직접적인 이전과 훈련 기회 제공이며, 최근에는 재생에너지 네트워킹 플랫폼(Renewables Networking Platform) 추진하고 있음

- 재생에너지 네트워킹 플랫폼은 유럽 전체에 걸친 재생에너지에 대한 논쟁을 촉진하고, 연결하고, 선

도함

- 이 플랫폼은 EU, 각국 중앙정부, 지방 정부들이 2030년 재생에너지 최소 27% 목표를 달성하기 위한 적절한 정책 개발을 독려하고, 각 수준에서 정책 추진의 걸림돌과 모범 사례들을 검토하고 확산시키고 있음

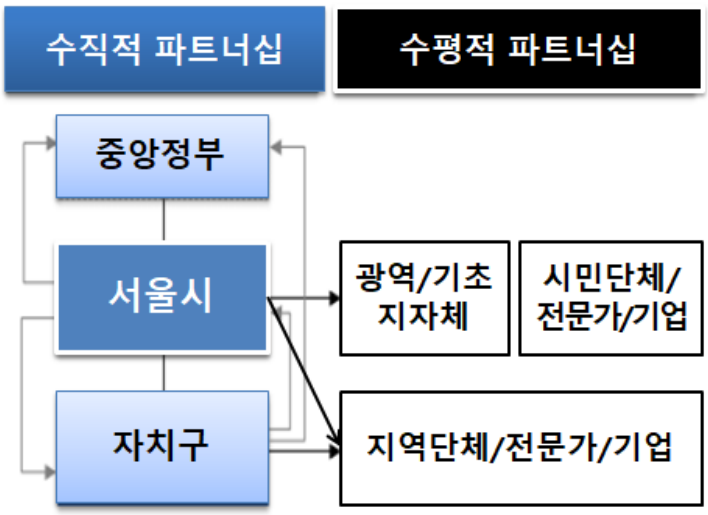
□ 서울시 수직적&수평적 파트너십 사례 시사점

○ 서울시의 '원전하나줄이기' 정책을 둘러싼 다층적 파트너십은 수직적 파트너십(중앙정부-서울시-자치구)과 수평적 파트너십(서울시-광역/기초 지자체-시민단체&전문가-기업)으로 이뤄진 특성을 보임

- 수직적 파트너십 측면에서는, 추진본부의 추진단(단장: 기후변화정책관)의 구성 및 운영과 관련하여 중앙정부의 유관기관(에너지공단, 한국전력 등)과의 파트너십을 구축하여, 에너지 관련 제도개선, 정책개발, 기술협력을 추진(에너지공단)하였고, 에너지 수요관리 지원 및 소비량 통계관리, 에너지재단 기금 등을 협의(한국전력)해왔으며, 학교 에너지 실천 교육 등과 관련한 상호 협력을 증대(교육청)시킴
- 또한, 자치구별 '원전하나줄이기 추진단'이 구성되어 운영되어, 자치구별 에너지 절감 대책 등을 수립하여 시행해옴
- 수평적 파트너십 측면에서 서울시는 2015년에 충남-서울-경기도-제주도 지역에너지 전환 공동 선언을 이끌어내는 등 환경에너지 분야에서의 광역 지자체들과의 상호 협력적 관계를 증진해 옴

○ 서울시 '원전하나줄이기' 정책을 통해 지방(광역/기초)정부가 에너지 정책의 주요 행위자가 될 수 있는 중요한 선례를 보여줌

- 이를 통해 다른 광역 및 기초 지자체의 지역에너지전환을 선도하고, 지방정부의 활동공간을 확장(타 시도와 광역적 협력정책 공동사업 추진 등)하는 역할을 일구었다고 볼 수 있음



〈그림 6-2〉 서울시 '원전하나줄이기'의 다층적 파트너십

- 더불어, 시민단체 및 지역단체들과 정기적인 간담회, 토론회 등을 통해 소통을 강화하면서, 동시에 '원전하나줄이기' 세부사업(에너지자립마을, 에코마일리지, 착한가게 등) 실천그룹(기업/단체)들과의 워크숍을 주기적으로 개최하고, 풀뿌리시민단체 활동가 및 전문가들, 지역주민들과 타운미팅도 운영하면서 상호 협력적 관계를 확대함

○ **서울시 '원전하나줄이기' 정책(사업)의 지속가능한 전환과 확산을 담보하기 위해서는 다층적 거버넌스의 체계적 확대가 필수적임**

- 수직적 거버넌스의 상호적 협력관계 구축을 위해서 근본적으로는 헌법 개정을 통해 지방분권 주요 영역에 환경에너지 분야를 포함할 필요성이 있음
- 프랑스의 경우 2003년 '수정헌법' 개정을 통해 지방분권의 영역을 기존 11개 분야에서 18개 분야로 확대하면서 환경 및 에너지 분야의 지방자치(분권)를 명시함
- 수평적 거버넌스의 확산 차원에서는 '원전하나줄이기'를 통해 심화(deepening)되었다고 볼 수 있는 에너지 시민성(에너지의 생산/배분/소비 과정에서 자각하는 시민의 권리와 책임에 대한 인식 및 집합적 행동)을 확대(broadening)할 수 있는 체계적인 지원이 이뤄져야 할 것임

○ **또한, '원전하나줄이기'와 같은 도시의 공간 구조, 인프라, 경제, 문화 등과 복잡하게 엮어있는 전환적 환경에너지 정책(사업)이 서울시 내 및 다른 지방의 정책 분야 과제로 확산(scaling-up)되는 것이 필요함**

- 이를 위해 서울연구원과 각 지방정부(광역시도)의 연구기관들의 관련 협력 연구사업들이 확대될 필요가 있으며, 각 NGO/NPO 지원센터들이 함께 통합적이고 실천적인 실험들 사례들을 만들어나가야 할 것임
- 더불어 각 지역에서 에너지 전환 실천사업들을 기획하고 운영하는 스타트업 기업 관계자들과의 협력 네트워크 등도 추진이 필요함

4) 4차 산업혁명 시대 녹색에너지 미래전략 방향

(1) 4차 산업혁명과 에너지 안보 및 소비

□ 4차 산업혁명과 에너지의 미래

○ **에너지는 전력의 생산과 공급을 넘어 사물 인터넷, 빅데이터 등과 융합한 '정보통신기술 융합 서비스'로 진화할 것이며, 2030년에는 100조 원에 이르는 스마트에너지 시장이 펼쳐질 것으로 전망됨**

- 4차 산업혁명이 본격화되는 미래사회에서는 에너지 인터넷을 구축하여 에너지를 주고받으면서 사회적 이윤을 나눠 가지는 공유경제사회가 될 것임
- 또한, 사물 인터넷을 통해 연결범위가 확대되는 초연결사회가 될수록 전기에너지의 사용이 더욱 늘어날 것임

- 4차 산업혁명이 ICT 융합기술에 기초한 전기에너지의 사용을 극대화한다는 점을 고려할 때, 고품질의 전기를 안정적으로 공급하는 것은 미래 국가 발전을 위해 매우 중요

□ 한국의 에너지 안보 및 소비 현황

○ 우리나라의 에너지 해외 의존도는 96%에 이름

- 중동지역으로부터의 수입하는 화석 에너지가 매우 큰 비중을 차지하는데, 수입 다변화 추진으로 다소 낮춰지고는 있으나, 2017년 기준 원유 수입의 중동의존도는 81.7%에 달함
- 에너지 수입액은 총수입의 3분의 1가량을 차지하고 있음

○ 현재 대한민국은 에너지 부존자원 측면에서는 최빈국 수준이지만, 세계 10위권 안에 드는 에너지 소비국이며 또한 세계 7위의 온실가스 배출국임

- 파리협정 발효에 따라 저탄소 사회로 의 이행이 지상과제가 되면서 온실가스 배출량을 낮춰야 하는 책임이 더 커지고 있음. 미래 에너지는 기술과 환경, 그리고 에너지 안보와 지속가능성 등을 모두 고려하는 전략적 관점에서 다루어야 함

○ 에너지 소비 측면에서 보면 우리나라는 전반적으로 에너지 소비 효율이 낮은 상태임

- 건물이나 산업계의 에너지 소비 효율이 낮고, 국민의 개인소득 증가에 따른 자동차 보급 확대와 중대형 차량의 소비가 계속 늘면서 수송 부문에서의 에너지 효율도 낮은 상태임

○ 과거 우리나라 에너지 정책의 주요 목적이 국민 생활과 산업생산에 필요한 전기에너지를 안정적으로 저렴하게 공급하는 것이었기 때문에 현재도 다른 나라와 비교하여 전기 가격이 매우 저렴함

- 영국의 기업에너지산업전략부 BEIS가 2018년 7월 발간한 〈국제 산업용·가정용 에너지 가격 보고서〉에 따르면, 우리나라 가정용 전기요금은 OECD 회원국 가운데 가장 낮은 수준이며, 산업용 전기요금은 중간 수준인 것으로 나타남

○ 한국의 1인당 전력소비량은 OECD 국가들 가운데 높은 축에 듦

- 2015년 기준 한국의 1인당 전력소비량은 미국과 호주보다는 낮았지만, 일본, 프랑스, 독일, 이탈리아, 영국 등 주요 선진국들보다는 높음. 결국, 취약한 에너지 안보 구조와 고소비 구조에도 변화가 필요한 상황임

(2) 에너지 소비 절감 및 수요관리

□ 에너지 소비 절감 및 수요관리 방안

○ 에너지 소비 절감 및 수요관리 차원에서, 전기요금 인상은 효과적인 수단임

- 원가 회수를 넘어 이윤을 포함하여 부과하게 되면 절전과 전기소비 효율화로 이어져 2035년에는 약 7GW 이상의 수요를 줄이는 효과가 있을 것으로 보임

○ 관련 기술적인 차원에서는 모니터링 및 제어 기술 등을 통해 수요관리 효율 증대 가능

- 공간별·재실자별 에너지 사용효율 모니터링 기술, 재실자 위치 트래킹 및 낭비 에너지 추적 제어기술, 생산성 향상을 위한 재실자 쾌적도 및 에너지 최적 기술, 멀티존 기반 재실자 이동패턴 인식, 에너지 제어 스케줄링 기술 등을 고려할 수 있음
- 또한 사물인터넷을 통해 측정·수집되는 데이터를 실시간으로 처리·분석하는 에너지 빅데이터 분석 플랫폼 기술개발도 필요함

□ 에너지 소비 설비의 효율 증대

○ 조명설비와 냉방기기 효율화로 전력수요 절감과 여름철 피크 전력을 낮출 수 있음

- 현재 에너지를 많이 소비하는 대표적인 설비로 조명설비와 냉방기기를 들 수 있는데, 조명의 경우 현재 우리나라 전력 사용량의 약 17%를 차지하고 있음
- 만일 전체 조명설비의 90%를 에너지 사용효율이 좋은 LED 조명으로 대체하면 2035년에는 약 6GW 정도의 전력수요 절감 효과가 있을 것으로 전망됨. 냉방기기의 경우 열 구동 냉방 시스템이 개발되면 여름철 피크 전력을 줄일 수 있을 것으로 예측됨

□ 에너지 절약을 위한 홍보방식 개선

○ 에너지 절약 캠페인은 계몽적인 내용에서 부문별 효율적 에너지 사용방안으로의 변화 필요

- 에너지 절약에 대한 캠페인은 주로 계몽적인 것으로 정보전달, 단방향 홍보, 인지도 개선 중심이었고, 국민은 에너지 절약의 필요성은 잘 알고 있어도 개인적 실천은 미흡
- 구체적인 효과를 거두기 위해서는 요금 인상을 통해 전력 소비 절감 동기를 유발하는 것이 검토되어야 하고, 부문별(개인, 가정, 상용, 산업체)로 효율적인 에너지 사용방안이 제시되어야 함

(3) 신재생에너지와 원자력의 상호보완적 연계에 의한 저탄소 전력생산

□ 신재생에너지와 원자력의 상호보완

○ 원자력 발전에 의한 발전단가 하락을 신재생 개발에 활용하고 신재생의 비중이 늘어나는 것에 따른 백업의 비중을 원자력이 담당함으로써, 저(무)탄소 전력 그리드를 실현할 수 있고 에너지 수입 의존도도 낮출 수 있음

- 원자력이 사용되는 한 원전의 안전문화 증진, 인적 오류 저감 강화, 빅데이터 기반의 원전 안전 운영 기술개발, 원전 안전성 및 신뢰성 성과 기반 운영 평가를 포함한 안전성 강화 솔루션 도입 등이 이루어져야 하고, 중장기적으로는 사고저항성 혁신 핵연료 기술, 혁신 안전성 원자로 개발, 사용 후 핵연료의 관리 체계 확립 등이 이루어져야 함
- 이와 함께 원전 운영 기관은 안전과 대국민 신뢰도를 최우선 가치로 추구하면서 지역사회와 상생하는 문화를 토착화시켜야 함
- 그러나 원전의 안전성에 대한 국민의 불안감 때문에 지속적인 활용 가능성이 담보되지 못하고 있음

○ 현재의 발전 시스템에 초임계 이산화탄소기술을 접목하는 것도 중요한 전략임

- 고효율 발전을 가능하게 하면서 기존의 발전 시스템(화력, 원자력)에서뿐 아니라 열 집중식 태양열에서도 사용할 수 있고, 대형 발전소 부지가 없거나 대규모 수원이 없는 지역에 발전소를 설치하는 것을 가능하게 하는 장점이 있음

(4) 스마트 그리드 기반 분산형 에너지 시스템으로의 발전

□ 스마트 그리드 구축의 효과

○ 국가 전력 사용의 효율을 극대화하기 위해서는 전력의 공급과 수요를 지능적으로 조절하는 에너지 시스템으로 변화할 필요가 있으며, 이를 위해 스마트 그리드가 현실화되어야 함

- 현재의 전력망은 발전소에서 생산된 전기가 공급자에서 소비자로, 즉 단일 방향으로만 흐르는 중앙집중식 시스템
- 반면, 스마트 그리드를 사용하게 되면 대규모 발전소 및 여러 작은 규모의 분산된 발전설비들과 전기저장설비들이 연결되고 공급자와 소비자 간에 정보 교환을 통하여 전기를 효율적으로 활용되게 됨

○ 스마트 그리드가 구축되면 전력수요의 분산 및 제어가 가능해지고 전력을 절감할 수 있음

- 스마트 그리드와 연계하는 에너지 관리 시스템(EMS, Energy Management System)을 도입하여 에너지 효율을 높여가야 함

○ 신재생에너지 확산으로 분산형 공급체계가 가능하게 되면, 마이크로그리드(Microgrid)의 구축을 통해 수요자 근접형 발전기술을 적용하여 전력 시스템을 혁신해야 함

- 마이크로그리드는 일정 지역 내에서 전력을 자체 생산·저장·공급하는 지능형 전력망을 의미함. 에너지 저장 장치(ESS, Energy Storage System) 등을 에너지 관리 시스템으로 제어하여, 외부의 전력망에 연결하거나 독립적으로 운전할 수 있는 소규모 전력망으로, 국내에서는 에너지 자립섬인 가파도와 가사도에서 운영되고 있음
- 향후 배전망 관리시스템(DMS, Distribution Management System)에 기반하여 빅데이터, 지능형 전력계량 인프라(AMI, Advanced Metering Infrastructure) 등이 연계되면 더욱 다양한 부가서비스를 창출할 수 있을 것임

□ 에너지 프로슈머 시장 활성화

○ 소비자 차원에서는 에너지 프로슈머 시장 활성화가 필요함

- 에너지 프로슈머는 신재생에너지원을 활용하여 전력을 직접 생산하고 소비한 후 남은 잉여전력을 판매하기도 하는 소비자를 뜻함

○ 에너지 프로슈머 시장 활성화를 위해서는 폐쇄적인 전력산업 구조가 더 개방적으로 변해야 하고, 주거용 ESS 등이 소비자 맞춤형으로 보급되어야 하며, 개인들끼리도 전력을 쉽게 사고팔 수 있는 P2P 생태계가 조성되어야 함

(5) 4차 산업혁명 기술과의 융합을 통한 신재생에너지 활용 확대

□ 4차 산업혁명 기술 활용을 통한 신재생에너지 효율성 및 생산성 증대

○ 사물인터넷 센서와 빅데이터 분석 등을 통해 신재생에너지의 운영 효율성 및 생산성을 대폭 향상할 수 있으며, 해외의 풍력 및 태양광 발전소에서 이미 신재생에너지의 효용성이 입증됨

- 풍력 발전에서는 바람의 방향과 강도를 측정하여 발전소의 성능을 향상함. 구체적으로, 지구 기상 데이터와 설비 데이터를 결합하여 풍력발전소의 출력량을 증대시킴. 바람의 흐름을 탐지한 뒤 풍력 발전기에 바람의 양과 각도를 계산하여 설비를 맞추어 대비함으로써, 풍력 에너지를 최대한 생산하는 데에 데이터처리 기술이 활용되는 것임
- 태양광 발전에서도 기상 데이터를 유용하게 활용할 수 있음. 기상 데이터를 실시간으로 모니터함으로써 태양과 태양광 설비 사이에 구름이 끼는 시각과 이로 인한 출력 저하의 정도를 측정 및 예측하여 적절한 대응을 취할 수 있음

○ 디지털 도면을 즉시 인쇄하여 다양한 원재료(유리, 실리콘, 플라스틱, 레진)를 한 겹씩 쌓아 올려 완제품을 만드는 3D프린팅 방식은 태양광 산업에도 매우 효율적으로 활용될 수 있음

- 기존의 평평한 모양의 태양광 모듈을 대체하는 3D 블록 형식처럼 다양한 형태의 태양전지를 3D프린터로 제작하여 효율성을 높이는 것임
- 향후 착용 가능한 첨단기술(wearable high-tech)로까지 발전시키는 것도 가능할 전망이며, 이에 따라 신재생 발전의 성능이 향상될 수 있을 것임

다. 녹색 성장 동력 확보 및 제도 개선

1) 신성장동력 확보를 위한 기술 개발 및 인재육성

(1) 서울형 녹색기술 육성

□ 서울형 녹색기술 육성 지원 필요성

○ 미세먼지 등 시민 건강보호를 위한 기술 개발 필요성 증가

- 최근 미세먼지, 폐기물 처리 등 다변화된 환경이슈에 적극 대응하고 서울시 사업부서의 현안 및 시책과제와 관련한 기술 R&D 지원 필요
- 시민 생활 개선과 밀접한 관련이 있고, 향후 기업에서 활용이 가능한 시장성 있는 녹색기술 R&D 지원 필요

○ 서울시의 저탄소 녹색 성장을 위한 기술 개발 필요성 증가

- 서울시는 저탄소 녹색도시로 거듭남은 물론이고 이를 통한 경제성장도 도모하여야 함
- 서울시의 기후· 에너지 정책 추진 과정에서 수반되는 대규모 투자와 정책적 지원 등을 통해 다양한 사업이 추진되는 바, 보다 효율적이고 효과적으로 수행될 수 있도록 관련 기술의 수준 향상이 필요

□ 서울형 녹색기술 육성 지원 근거

○ 저탄소 녹색성장 기본법 제5조(지방자치단체의 책무)

- 지방자치단체는 저탄소 녹색성장 실현을 위한 국가시책에 적극 협력하여야 한다.
- 지방자치단체는 저탄소 녹색성장대책을 수립 · 시행할 때 해당 지방자치단체의 지역적 특성과 여건을 고려하여야 한다.
- 지방자치단체는 관할구역 내에서의 각종 계획 수립과 사업의 집행과정에서 그 계획과 사업이 저탄소 녹색성장에 미치는 영향을 종합적으로 고려하고, 지역주민에게 저탄소 녹색성장에 대한 교육과 홍보를 강화하여야 한다.
- 지방자치단체는 관할구역 내의 사업자, 주민 및 민간단체의 저탄소 녹색성장을 위한 활동을 장려하기 위하여 정보 제공, 재정 지원 등 필요한 조치를 강구하여야 한다.

○ 서울특별시 저탄소 녹색성장 기본 조례 제19조(녹색기술 육성) 시장은 녹색성장을 견인하고 세계 시장을 선도하기 위하여 다음 각 호의 기준에 적합한 녹색기술을 선정 지원할 수 있다.

- 친환경성과 시장성을 동시에 충족하는 기술
- 시의 도시특성과 조화되어 개발 필요성과 적용 가능성이 높은 기술
- 시의 연구개발, 정보기술 등 우수한 기반을 최대한 활용할 수 있는 기술
- 노약자, 어린이, 여성 등 취약집단의 기후변화 적응을 지원할 수 있는 기술

- 그 밖에 시장이 녹색기술로 적합하다고 인정하는 기술

□ **지원분야**

○ 서울형 녹색산업 7대 분야

- 신재생에너지, 녹색건축, LED조명, 녹색서비스, 도시자원순환, 그린IT, 그린카
- 중소기업의 성장을 도모하고, 서울시 시책사업 활성화에 필요한 녹색기술 연구개발 지원

□ **기술 지원 방향**

○ 서울시 대기환경 개선 및 온실가스 배출 저감

- 신재생 에너지 확대, 대기질 개선 등 우리시 시책사업 활성화 도모
- 시민 편의 증진으로 개선효과를 체감할 수 있는 과제
- 향후 기업에서 활용이 가능한 시장성 있는 과제

○ 미래기술 개발 지원

- 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 스마트시티 등 미래산업 분야

○ 시민의 일상 생활과 밀접한 분야

- 음식물쓰레기, 유해가스처리, 실내공기질 관리 등

(2) 녹색성장 인재육성

□ **ICT 기반 에너지 전문인력 양성 교육**

○ 추진방향

- 건물 에너지관리 실무자 대상으로 ICT기반의 빅데이터 분석·활용 교육
- 에너지다소비설비 에너지절감 우수사례 공유를 통한 건물효율화 전문관리자 양성

○ 추진전략

- 에너지 빅데이터 측정 및 분석 교육: 에너지다소비설비에 대한 실시간 열·전기에너지 측정·분석·최적화·이행성과보고 등 건물효율화 단계별 전문인력 교육
- 건물 운전 최적화 우수사례 공유: 건물에너지관리시스템(BEMS) 운영, 에너지설비 운전최적화, 고효율설비 교체 등 에너지절감 우수사례 공유

○ 건물 에너지소비 관련 빅데이터 관리 전문인력 교육

- 대상: 서울시 소재 에너지다소비건물 및 공공건물 에너지실무자
- 내용: 건물·설비 유형별 건물에너지관리시스템(BEMS) 실시간 데이터(설비성능, 운전조건, 에너지사용량 등) 측정 및 활용방법 교육
- 데이터 수집항목: 에너지사용량(층별, 설비별, 구역별 전력, 가스, 난방 등), 설비가동 정보(온도, 압

력, 유량, on-off, 개도율, 역률 등), 건물내부 조건(온도, 습도, CO_2농도, 조도, 재실여부 등)

○ **에너지다소비설비 최적운전 우수사례 및 에너지절감성과 공유**

- 대상: 서울시 소재 에너지다소비건물 및 공공건물 전문관리자
- 내용: 건물 에너지관리시스템(BEMS) 운영, 운전최적화, 고효율설비 교체 등 ICT기반 데이터 활용 건물효율화 및 수요반응자원(DR) 발굴 방안

○ **공공건물 에너지효율 담당자 대상 ICT기반 건물효율화 전문인력 양성교육**

- 대상: 서울시 25개 자치구 건물에너지 효율화 담당자
- 내용: 수요반응자원(DR) 발굴, ICT활용 공조효율화, 소규모전력중개사업, 공공건물 제로에너지 컨설팅 사업

□ 녹색기술 전문·기능인력 양성 확대

○ **추진방향**

- 녹색관련 맞춤형 전문, 기술인력 양성을 통한 녹색기업 육성지원
- 서울형 7대 녹색사업 분야에 필요한 현장형 기능인력 양성(신재생에너지, LED, 그린카, 녹색건축, 녹색서비스, 그린 IT, 도시자원순환)

○ **녹색기술 전문인력 양성**

- 대상: 녹색관련 중소기업 임직원 재직자 및 예비창업자, 학생 등
- 내용: 기업경쟁력 향상 및 우수아이템 연구 활성화 등

○ **녹색기술 기능인력 양성**

- 대상: 녹색기술학과(유사학과 포함) 1개 학급 이상 운영하는 서울시 특성화 및 마이스터고등학교
- 내용: 녹색산업 신규 인력수요 반영 교과 및 녹색산업 관련 기능사 자격 교재개발 등

□ 서울에너지설계사 양성

○ **추진방향**

- 에너지 진단인력을 양성하여 중소건물 및 상가의 에너지 사용실태를 진단하고 점포 특성에 맞는 에너지절감방법 제시
- 에너지절약 시책과 절감방법 홍보 등 에너지 절약운동 확산
- 에너지설계사 양성 인원 단계적 확대를 통하여 녹색에너지산업분야의 안정적 일자리 창출 및 청년 실업 해소에 기여

○ **교육·보육·사회복지시설 에너지컨설팅 실시 및 실태조사 추진**

- 학교, 어린이집 등 에너지 사용컨설팅, 에너지절약방안 제시 후 모니터링
- 화장품업소, 프랜차이즈 등 조명조사, BRP 대상건물 발굴 등 실태조사 추진

○ **시기별로 다양한 에너지 절감 캠페인 진행**

- “행복한 불끄기” 캠페인, 에코마일리지 홍보, 동·하절기 적정온도 지키기 등

○ 뉴딜일자리 참여자 자격증 취득교육 및 취업지원

- 에너지 분야 전문자격증 취득지원 및 현장실습 등 취업 추진

□ 서울에너지복지사 양성

○ 추진방향

- 에너지복지 사각지대에 놓여있는 취약계층 발굴, 에너지복지 서비스 지원 등을 위해 에너지복지사 양성
- 에너지빈곤층 주거환경 및 에너지효율 개선 관련 전문교육(현장실습) 지원

○ 에너지 복지 업무를 전문적으로 수행할 수 있는 인력 양성

- 교육내용: 에너지복지정책 일반, 주택에너지효율화, DIY집수리법, 에너지절약교육 등

○ 에너지 빈곤가구 실태조사 및 관련 지원정책 홍보·안내 사업에 참여

- 에너지 빈곤가구 실태조사 시 현장방문 및 조사원으로 참여: 1,000가구/년
- 단전, 단가스 명단 확보하여 현장조사, 긴급 구호 필요시 적정 조치 등

○ 에너지 빈곤가구 집수리 사업 등 에너지 복지 관련 업무영역 확대

- 심층 에너지 진단방법 교육, 집수리 사업 참여에 필요한 전문역량 확보
- 에너지복지 사회적협동조합 및 기업과 협업하여 집수리 사업 추진

○ 에너지취약시설과 저소득층이용 시설 에너지효율화개선 사업

- 사회복지시설, 지역아동센터, 노인정 등 에너지효율개선사업 추진
- 에너지복지수요, 에너지사용현황 조사 및 고효율LED조명과 방풍재 시공 등

2) 규제합리화 및 제도개선

(1) 건물외벽 · 시설물 적용 태양광 REC 가중치 기준 개선

□ 건물일체형 태양광의 REC 가중치 1.5 적용의 필요성

○ 서울시와 같은 대도시는 건축물, 시설물을 활용한 태양광 설치사업이 필수적

- 도시에서 적용성이 높은 건물일체형 태양광의 REC 가중치 1.5가 적용이 가능토록 관련 기준을 개정하여 에너지 신기술 발굴 및 태양광보급 확산에 기여
- 한정된 도시공간을 효율적으로 사용하기 위해 일체형 태양광 가중치 필요
- 건물외벽 및 건물일체형 태양광은 지붕 대비 공간효율성 더 높으며 도시 디자인 및 비용측면에서도 효과적

○ 건물 · 시설물 일체형 태양광은 일반 태양광에 비해 설치단가가 높으므로 이를 보완할 필요성

이 있음

- 발전사업자의 수익보전 측면에서 건축물·시설물 일체형 태양광에 대한 지원 필요

□ 발전사업허가를 받은 이후 건축물사용 승인을 받아도 BIPV에 대해 우대가중치 적용해야

○ 신규 건축물에 건물일체형 태양광발전설비를 설치할 경우 발전사업허가를 받은 이후 건축물 승인을 받을 시 우대가중치 적용을 받지 못할 수 있음

- 건축물 등 기존시설물에 태양광 발전설비를 설치할 경우, 발전원가 및 부대비용이 상대적으로 높은 점을 고려하여 가중치 1.5를 부여하고 있으나, 건축물 승인이후 발전사업허가를 받아야만 가중치 적용이 됨

□ 신기술을 적용한 태양광 발전설비에 가중치 1.5 적용 필요

○ '신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침'에 따라 BIPV형 모듈은 신재생에너지센터의 심사 결과에 따라 가중치가 결정되어 경제성 예측이 불확실하므로 신기술을 적용한 발전사업자의 참여가 어려우므로 처음에는 1.5를 적용하는 것이 바람직함

- 동부간선도로 확장공사의 일부로 기존 오롯지하차도 방음벽 위에 479m 길이의 세계 최초 태양광 일체형 방음터널이 건설되었으나 신설 후에도 가중치가 미정인 사례가 있음

〈그림 6-3〉 동부간선도로 상계구간에 설치된 태양광 일체형 방음터널

(2) 공동주택 세대전용 미니태양광 설치 규제 완화

□ 베란다 거치형 미니태양광 설치 규제 완화의 필요성

○ 공동주택 베란다는 대도시에서 재생에너지를 생산할 수 있는 중요한 공간임

- 공동주택 주민의 유일한 재생에너지 이용 수단인 베란다 거치형 미니태양광 설치 규제를 완화함으로써 재생에너지 보급을 확대할 수 있음

- 현 규정상 태양광 설비는 외부 돌출물로 분류되어 미니태양광 설치 시 관리주체의 동의 필수
- 막연한 안전상의 이유로 관리주체가 반대하는 경우 설치 어려움

□ 도심 특성을 고려한 재생에너지 규제 완화

○ 관리주체의 안전 우려 해소를 위해, 공인기관 안전시험성적서, 설치업체의 보증보험증서 등에 대해 관리주체의 확인만으로도 설치할 수 있도록 해야 함

- 표준규격을 만들어 표준 안전검사 실행 및 안전관련 인증기준 마련, 전용 보험상품 개발 등을 통해 제도 보완

(3) 주택용 태양광 발전량 상계처리 시 가중치 부여

□ 누진제 개편으로 인한 주택용 태양광 설치 동기 감소

○ 누진제 개편으로 주택용 태양광 투자비 회수기간 증가

○ 현재 발전설비용량 1,000㎾ 이하 태양광발전설비 설치자 등은 전기계기 등을 이용하여 발전전력과 수전전력을 등가비율(1:1)로 상계처리

- 높은 초기비용 부담에 비해 전력요금 절감효과는 분산되어 보급 확대를 위한 유인기제가 부족하므로 투자비용의 조기 회수 가능토록 조치 필요
- 특히, 발전사업자는 RPS제도를 통해 일정 수준 소득이 보장되는 반면 시민이 자발적으로 설치한 자가용 태양광에 대한 인센티브가 부족한 상황

□ 전력 상계처리 시 상계비율 조정 등을 통해 설치 유인기제 확보 필요

○ 정부지원이 없는 태양광 생산전력에 대한 상계처리비율 조정으로 투자비 조기회수가 가능하도록 하여 자발적 설치 유도 필요

- 소규모 태양광 발전시설 보급 확대를 위한 소규모 태양광 생산전력의 상계비율 인상(수전전력 1 : 발전전력 1.2)
- 정부 보조금 미지원 태양광시설 생산전력의 계통 송전가격에 대한 가중치 부여로 자율적 보급 확대 유도(수전전력 1 : 발전전력 1.5)

(4) 공원 · 녹지 내 태양광 설치 가능 범위 확대

□ 도시공원 내 태양광 설치 제한 기준의 엄격함

○ 도시공원 내 태양광 설치가 가능한 곳은 건축물 위, 주차장만 가능

- 기존 식생 중심 판단으로 태양광 발전설비를 단순 전기설비로 간주
- 도시공원 내 태양광 설치 허용범위를 확대함으로써 식생 자연 환경과 환경친화적 재생에너지가 조

화된 도시공원을 조성할 수 있음

○ 벤치, 운동 기구 등의 상부에 차양 형태로 설치하는 등 디자인 개발 가능성 제한

- 시민 편의 시설인 벤치, 운동기구, 산책로 등에 차양이나 지붕형태로 설치하면 햇빛이 강하거나 비가 오더라도 편리하게 이용할 수 있어 이용객에 대한 편의증진 효과가 크지만 현재 기준으로는 설치 어려움

□ 도시공원 점용허가 기준 개정 필요

○ 재생에너지와 자연보호는 상호보완 관계로 도시공원 점용허가 기준 개정을 통해 태양광 발전설비 설치 범위 확대 필요

- 도시공원 중 공원기능을 저해하지 않으면서 태양광 설치가 가능한 광장, 도로, 보행로, 교량으로 태양광 설치 범위를 확대 필요
- 유동인구가 많은 공원 내 태양광 확대로 생활 속 재생에너지 체감률과 태양광 설비에 대한 시민인식 제고

○ 태양광 설비의 눈부심 현상은 유리나 플라스틱 등의 생활시설물보다 낮아 이용객에 불편이 없음

- 또한 눈부심을 유발하는 휘도(luminance)는 거리에 따라 변하지 않기 때문에 이격거리 규제 근거가 될 수 없음

(5) 주택 내 활용 가능한 BIPV 태양광설비 KS인증기준 개정

□ 도시미관 및 효율성 향상 위한 다양한 미니태양광 모델 개발 필요

○ 공동주택 전면 발코니에 미니태양광 설치 시 효율과 미관 및 건물 경관 디자인을 고려하기 위해 설치 모델의 다양화 필요

- 발코니 환경을 고려한 다양한 형태의 태양광 모듈 보급을 위해 BIPV 방식의 태양광 설비 등 신제품 개발수요 반영 필요

□ BIPV 제품 중 유리 이외 재료에 대한 KS인증기준 개정의 필요성

○ 국가기술표준원 한국산업표준(KS) '건물일체형 태양광 모듈(BIPV)-성능평가 요구사항(KS C 8577)' 인증심사 기준의 한계로 BIPV 등 신제품 보급에 난항

- 현행 시험법은 대규모 발전단지에 적합하도록 시험 방법이 정해져 있음
- 해당 인증 기준에는 전면 및 후면재료가 유리로만 제시되어 있어 현재 개발 중인 공동주택에 적용 가능한 BIPV 제품 중 상단이 유리 외의 재료를 사용한 제품은 인증 취득이 불가함
- 한국에너지공단에서 KS인증심사기준 개정을 추진하고 있으나 국가기술표준원의 한국산업표준(KS) 개정이 우선 필요하여 지연되고 있음

○ 시민들의 요구에 맞도록 미관을 개선하고 고품질의 제품을 보급하기 위해 BIPV 제품 중 유리

이외 재료에 대한 KS인증기준 조속한 개정이 요구됨

- 적용 범위를 유리 외에 모듈도 포함할 수 있도록 변경해야 유리 이외 제품도 KS인증을 할 수 있음
- 시험 방법과 품질 기준도 유리 기준으로 되어있어 모듈 외관에 크랙, 구부러짐, 갈라짐 등이 없는지를 확인함. 따라서 구부러진 형태를 가진 제품의 경우 인증을 받기 어려워 관련 업계의 기술개발에 따른 유연성 있는 신제품 개발 및 보급을 위한 품질 기준도 마련되어야 함

(6) 효율적 전력공급 체계를 위한 전력 판매시장 개방

□ 소규모 판매시장 도입의 필요성

○ 전력생산자는 다수이나 판매사업자는 독점형태로 시장원리를 반영하지 못하고 있어, 소비자 편익증진과 전력산업 발전을 위해 판매시장 개방이 필요함

- 전력생산은 한전 자회사를 비롯한 대규모 발전사업자와 소규모 분산형 발전사업자가 하고 있으나, 전력소매는 한국전력공사 독점
- 전기사업법에 전기판매사업은 산업통상자원부장관의 허가사항으로 명시되어 있으나, '한국전력공사법'에 의거 한국전력공사만 전기판매사업을 허용하고 있어 실제 한전만 전기판매사업을 할 수 있음

○ 전력생산자 및 소비자의 선택적 사용기회의 차단과 전력매입 및 판매가격 등 시장원리의 왜곡이 발생하고 있음

□ 소규모전력시장 도입과 함께 전력공급 계통망 공유도 필요

○ 한국전력공사의 전력공급 계통망을 타 전기판매사업자가 공유할 수 있도록 해야 함

- 전력판매를 위해 장거리 송신을 위한 전력계통망이 필요하나 신규 계통망 구축을 위해서는 비용이 매우 높아 신규사업자 진입이 어려우므로 기존 전력공급망의 공동이용이 필요
- 한전 계통망의 이용이 필요하므로 산업통상부장관의 이용조건 등의 조정권 필요

○ 전기판매시장의 민주화에 따라 전력수요에 대응하여 수익을 높일 수 있는 장소 및 발전에너지원별 효율적 구조화 등 가능

- 전력수요 근접거리에서 발전사업자가 생산전력을 직판할 경우 송전손실 감소와 지역별 유리한 발전에너지원을 사용하여 저가판매 가능성 등으로 소비자 편익 증진

(7) 집단에너지 공사비 부담금 지원

□ 집단에너지 공사비 부담금 지원 필요

○ 집단에너지(지역난방)는 온실가스 감축, 미세먼지 저감, 미세먼지 전구물질(NOx 등) 저감효과가 탁월하며, 집단에너지(지역난방) 열수송관 수명은 20년 이상으로 콘덴싱 보일러의 3배임

- 2022년까지 서울시 노후된 보일러 90만대 교체 예정 → 90만대 교체 시 1,800억원의 예산 필요

(1대당 20만원의 지원금)

- 콘덴싱 보일러의 수명은 7~10년에 불과 → 연간 40만대 이상 교체 필요(연간 800억원의 소요예산 필요)

○ 현재 서울시에서 지원하고 있는 보조금 사업과 연계하여 효율적인 집단에너지의 공사비 부담금 지원제도가 마련되어야 함

(8) 집단에너지 사업에 대한 시도지사의 책무 확대

□ 지자체별 집단에너지공급 계획 수립의 필요성

○ 집단에너지는 에너지 효율이 높을 뿐만 아니라 환경개선효과도 탁월

- 에너지 수요처에서 생산하여 공급하기 때문에 송전혼잡, 송배전 손실 등을 최소화
- 집단에너지는 전국적 네트워크가 아닌 지역 네트워크 중심임

○ 집단에너지는 시도지사가 추진하여야 할 대표적인 지역에너지임에도 불구하고 정책적인 관심은 적음

○ 시도지사는 지역의 집단에너지 공급계획을 수립하도록 집단에너지사업법에 명시하여야 함

- 시도지사는 5년마다 집단에너지공급계획 수립
- 기존의 집단에너지 공급지역 중 인구 50만 이상인 기초자치단체의 장도 집단에너지 공급계획을 수립하도록 지자체장의 책무를 확대하여야 함

□ 집단에너지 공급대상지역 지정 권한 시도지사에게 위임

○ 일정 규모 이하의 개발사업이나 기존 집단에너지공급지역 주변의 개발사업 등에 대해 시도지사가 집단에너지 공급대상지역으로 지정할 수 있도록 위임하여야 함

- 기존 집단에너지 공구지역 주변지역의 기존 건물에 대해 시도지사가 집단에너지 공급대상지역으로 지정할 수 있도록 위임

□ 집단에너지 요금 결정권 시도지사에게 위임

○ 집단에너지설비의 규모, 열원구성, 건물의 밀집 정도 등에 따라 공급원가는 크게 영향을 받기 때문에 정부의 획일적인 기준보다는 지역의 특성에 따라 시도지사가 결정하는 것이 바람직함

□ 열생산 시설의 인허가 사항 시도지사에게 위임

- 열생산 시설 설치 및 변경은 산업통상자원부 장관의 허가 사항임
- 일정 규모 이하의 열생산 시설의 신설 또는 변경 등에 관한 인허가는 시도지사에게 위임하여야 함

(9) 에너지다소비건물 관리강화 및 감독권한 위임

□ 에너지다소비건물 서울시 에너지 소비량의 약 13% 차지

○ 2017년 기준 서울시 에너지소비량의 약 13%를 차지하는 에너지다소비건물(공동주택 제외)의 에너지 사용량과 수가 계속적으로 증가하고 있어 효율적 관리기준 마련·지도관리 강화 등이 절실한 실정임

- 2012년 271개소였던 에너지다소비건물은 2018년 328개소로 약 21% 증가, 에너지사용량도 2012년 1,667천TOE에서 2018년 1,991천TOE로 약 19.4% 증가함
- 다소비건물 전기사용량은 큰 폭으로 증가(가정용 2%↓, 다소비건물 18%↑)

〈표 6-3〉 에너지다소비건물과 가정용 전기사용량 비교

구 분	다소비건물			가 정 용		
	2012년	2017년	증가율	2012년	2017년	증가율
전기사용량(GWh)	5,983	7,066	18.1%	13,401	13,131	-2.0%

□ 지방자치단체는 에너지다소비업체 에너지관리지도에 대한 권한이 없음

○ 지역에너지계획을 수립하여야 하는 지방자치단체가 에너지다소비업체 에너지관리지도 권한 부재로 효율적 정책 추진 곤란

- 법령에 따른 에너지다소비사업자 관리는 한국에너지공단에서 시행
- 에너지관리에 대한 정보, 다소비건물의 에너지진단 여부, 효율개선사항 발굴 등에 관한 공유 필요

□ 에너지다소비사업장의 효율적 에너지관리를 위한 관련 조항 신설 및 권한 위임 필요

○ 에너지관리자에 대한 법적 관리업무 및 의무사항 부과 조항 신설

- 에너지다소비업자는 에너지 효율관리를 위하여 에너지관리자를 선임하고 에너지 사용량 신고, 에너지 절약계획 수립, 에너지사용량 모니터링 및 노후개선 등의 전담업무를 부여

○ 지방자치단체에서 에너지진단업무 중 에너지관리지도 및 에너지손실 요인 개선명령 등이 가능토록 위임

- 한국에너지공단 위탁업무 지속 시행 및 지방자치단체에서도 다소비 건물의 에너지효율화 및 온실가스 감축에 필요한 사항 규정 필요
- 에너지 효율관리 의무 미이행에 따른 과태료 부과 조항 신설

○ 에너지다소비업자의 에너지 사용량 실시간 모니터링 및 점검체계 구축

- 전년도 신고량 대비 5%이상 증가 시, 에너지진단 및 점검계획 실시

○ 에너지다소비사업자 개선명령 대상 확대

- 에너지관리 지도결과 에너지효율 개선 10% 이상을 5% 이상으로 완화

(10) 노후 건축물 에너지진단 통한 효율 개선

□ 에너지 손실이 많은 노후건축물에 대한 관리의 필요성

○ 전체 건축물 중 사용승인일이 20년 이상 경과된 노후 건축물이 77%를 차지하고 있으나 에너지 손실부분에 대한 효율관리 방안이 없음

- 건축물 62만동 중 사용승인일 20년 이상 지난 건축물 48만동('16년)

○ 노후 건축물은 단열성능 약화, 설비 노후화 등으로 에너지효율이 저하되어 에너지사용량 및 유지관리 비용 증가

- 특히 2001년(신축 건축물 단열성능 강화) 이전에 설계된 건축물의 에너지 손실이 많을 것으로 예상됨

□ 전문기관의 노후 건축물 에너지 진단과 건물주의 에너지절약시설 교체 등을 통한 효율개선 필요

○ 연면적 3천㎡ 이상이며 사용승인일이 20년 이상 경과된 건축물의 소유자는 건축물에 대해 에너지진단을 실시하고 효율 개선토록 제도화

- 전문기관은 에너지효율이 저하된 노후 건축물을 진단하고, 건물주는 에너지 손실부분에 대해 에너지절약시설로 교체하는 등 효율개선 필요

(11) 전력산업기반기금 개편

□ 전력산업기반기금의 여유재원은 4조원을 넘지만 지방지치단체에 대한 지원은 미미

○ 전력산업기반기금은 현재 3.7%의 비율로 전기소비자에게 부과되고 있으며 여유재원은 2018년에 4조원을 넘어섬

〈표 6-4〉 전력산업기반기금 여유재원 누적액

(단위: 억원)

연도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
여유재원	2,552	3,914	5,036	7,207	11,475	18,076	23,980	29,968	37,122	41,848

주: 2009~2018년은 결산기준

○ 에너지공단은 최종 수혜자에게 직접적 지원을 지양하고 광역자치단체와 협업을 통해 사업을 추진하는 것이 바람직함

- 광역지자체와 협업하면 에너지공단이 지원하는 전력산업기반기금과 지방자치단체의 지원이 더해져 상승효과 창출

□ 전력산업기반기금 확대조성하고 기금조성 기여도를 고려하여 지역별 배분 필요

○ 재원의 최소 30% 이상을 지역별 전력소비량 구성비로 나누어 각 지방에서 활용 가능하도록

하는 방안 마련이 필요

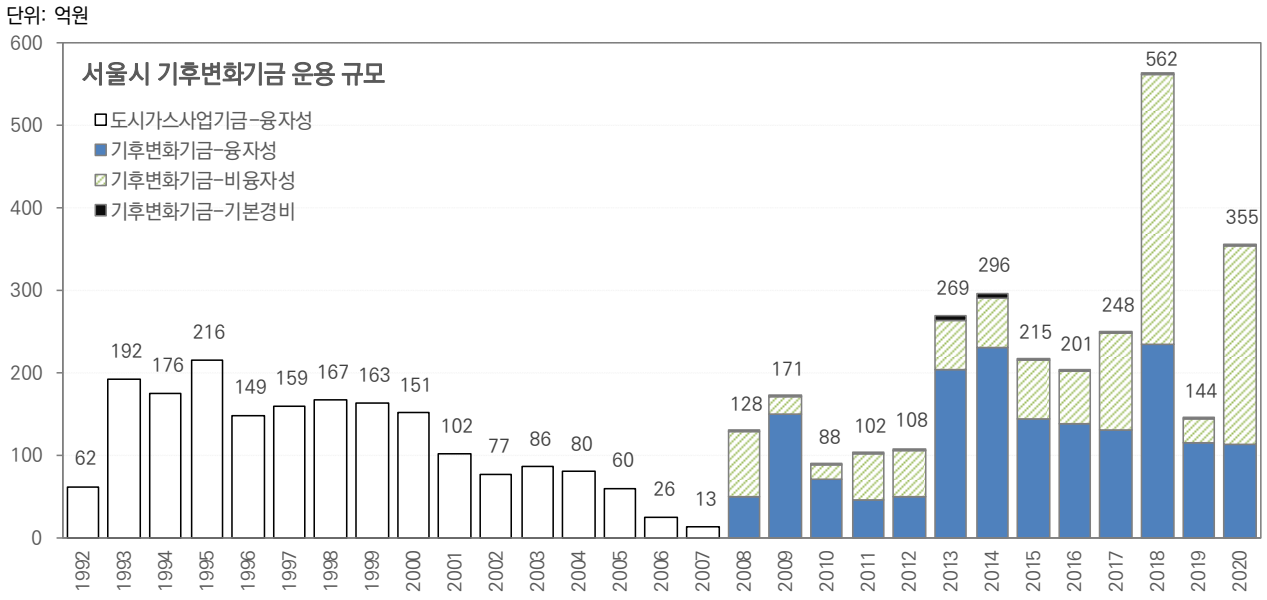
- 혹은 1.3%를 추가로 부과하여 연 5%의 기금을 마련하고 지역의 재생에너지 사업에 투자하는 방안 마련 필요

(12) 서울시 기후변화기금조성 확대

□ 일반회계로부터의 출연을 재개하여 기금 확대 조성

○ 제5차 지역에너지계획의 추진을 위하여 많은 재원이 소요될 것으로 전망되는 바, 기후변화기금 조성 규모를 확대 필요

- 서울시 기후변화기금은 온실가스 저감, 신·재생에너지 개발보급, 에너지이용 효율화 및 도시가스 공급 등을 촉진하기 위하여 설치되었으며 2020년 지출사업비 예산 규모는 144억 원임
- ‘태양의도시, 서울’, BRP 사업 등 막대한 재원을 필요로 하는 사업의 재원으로 활용
- 지원사업 추진 시 여성기업 및 가족친화인증 기업에 가산점을 부여하고 사업 선정 위원회 구성 시 여성 비율을 일정 이상 구성하여 성별균형적인 관점이 반영되도록 할 필요가 있음



〈그림 6-4〉 기후변화기금 지출사업비 규모 변화

라. 소요 비용

□ 소요 비용 총괄

○ 2040년까지 수송, 건물, 에너지 공급 부문에 총 290조원의 비용이 소요될 것으로 예상

- 민간부문 재원이 가장 많이 투입되고 그 다음 국비, 시비 순임. 건물부문이 202조원으로 가장 많은 재원이 소요될 것으로 예상되며, 이어서 수송부문 80조원, 에너지 공급 부문 8조원으로 예상됨

〈표 6-5〉 부문별 소요 비용

(단위: 백만원)

부문	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
합계	국비	13,816,637	13,795,902	17,040,587	19,190,264
	시비	15,353,452	13,447,171	15,093,670	16,232,876
	민간	38,663,915	36,480,910	43,413,148	47,402,813
	합계	67,834,003	63,723,982	75,547,405	82,825,954
수송부문	국비	2,764,982	2,771,658	5,930,963	7,899,941
	시비	4,277,220	2,308,467	3,927,674	4,916,398
	민간	8,539,647	6,493,475	13,266,215	17,199,181
	합계	15,581,849	11,573,601	23,124,852	30,015,520
건물부문	국비	10,950,599	10,936,333	11,000,204	11,121,421
	시비	10,975,176	10,958,223	11,015,886	11,124,586
	민간	28,688,750	28,316,718	28,250,441	28,331,212
	합계	50,614,526	50,211,273	50,266,531	50,577,219
에너지 공급 부문	국비	101,055	87,910	109,420	168,902
	시비	101,055	180,480	150,110	191,892
	민간	1,435,518	1,670,717	1,896,492	1,872,420
	합계	1,637,628	1,939,108	2,156,022	2,233,215

□ 수송부문 사업별 소요 비용

○ 2040년까지 수송부문에 소요될 소요 비용은 총 80조원으로 예상됨

- 민간부문의 재원이 가장 많이 투입되고 이어서 국비, 시비가 소요될 전망

〈표 6-6〉 수송부문 사업별 소요 비용

(단위: 백만원)

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
승용차 마일리지 제도	국비	-	-	-	-
	시비	8,342	1,668	556	556
	민간	-	-	-	-
	합계	8,342	1,668	556	556
나눔카	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	75,000	125,000	125,000	-
	합계	75,000	125,000	125,000	-

〈표 계속〉

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
도시철도 연장	국비	597,400	-	-	-
	시비	2,090,900	-	-	-
	민간	3,285,700	-	-	-
	합계	5,974,000	-	-	-
중앙버스전용차로 연장	국비	-	-	-	-
	시비	254,955	-	-	-
	민간	-	-	-	-
	합계	254,955	-	-	-
보도율 확대	국비	-	-	-	-
	시비	289,533	289,533	289,533	289,533
	민간	-	-	-	-
	합계	289,533	289,533	289,533	289,533
자전거도로 연장	국비	-	-	-	-
	시비	353,302	353,302	201,887	201,887
	민간	-	-	-	-
	합계	353,302	353,302	201,887	201,887
공공자전거 이용 확대	국비	-	-	-	-
	시비	20,500	25,500	30,500	34,000
	민간	-	-	-	-
	합계	20,500	25,500	30,500	34,000
공유 개인교통수단 이용 확대	국비	1,690	507	254	85
	시비	-	-	-	-
	민간	32,110	9,633	4,817	1,606
	합계	33,800	10,140	5,070	1,690
전기차	국비	854,123	941,725	1,927,251	2,628,070
	시비	468,726	516,800	1,057,638	1,442,234
	민간	2,989,430	3,296,038	6,745,380	9,198,246
	합계	4,312,279	4,754,564	9,730,269	13,268,549
수소차	국비	1,171,815	1,592,466	3,725,770	5,228,097
	시비	651,008	884,703	2,069,872	2,904,498
	민간	1,765,534	2,399,316	5,613,494	7,876,999
	합계	3,588,357	4,876,486	11,409,136	16,009,594
친환경 시내버스	국비	139,955	236,960	277,688	43,690
	시비	139,955	236,960	277,688	43,690
	민간	391,873	663,488	777,525	122,331
	합계	671,782	1,137,408	1,332,900	209,710
수송부문 소계	국비	2,764,982	2,771,658	5,930,963	7,899,941
	시비	4,277,220	2,308,467	3,927,674	4,916,398
	민간	8,539,647	6,493,475	13,266,215	17,199,181
	합계	15,581,849	11,573,601	23,124,852	30,015,520

□ 건물부문 사업별 소요 비용

○ 2040년까지 건물부문에 소요될 것으로 예상되는 비용은 총 202조원임

- 민간부문의 재원이 절반 이상을 차지하며 시비와 국비가 남은 재원의 절반씩 차지

〈표 6-7〉 건물부문 사업별 소요 비용

(단위: 백만원)

사업명		재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
에너지다소비건물 에너지 효율화		국비	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-
		민간	1,780,000	1,490,000	1,270,000	1,070,000
		합계	1,780,000	1,490,000	1,270,000	1,070,000
상업건물 BRP		국비	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
		시비	1,500,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
		민간	12,000,000	12,000,000	12,000,000	12,000,000
		합계	15,000,000	15,000,000	15,000,000	15,000,000
공공건물 에너지 효율화	교육복지시설	국비	8,874	18,766	39,687	83,930
		시비	8,874	18,766	39,687	83,930
		민간	-	-	-	-
		합계	17,747	37,532	79,373	167,859
	업무시설	국비	3,232	6,835	14,454	30,564
		시비	3,232	6,835	14,454	30,564
		민간	-	-	-	-
		합계	6,465	13,670	28,907	61,128
	의료시설	국비	4,124	8,722	18,445	39,007
		시비	4,124	8,722	18,445	39,007
		민간	-	-	-	-
		합계	8,249	17,444	36,890	78,013
사회복지시설 BRP		국비	56,250	31,250	31,250	25,000
		시비	56,250	31,250	31,250	25,000
		민간	-	-	-	-
		합계	112,500	62,500	62,500	50,000
주택 BRP		국비	405,784	405,784	405,784	405,784
		시비	405,784	405,784	405,784	405,784
		민간	-	-	-	-
		합계	811,568	811,568	811,568	811,568
공공 임대주택 BRP		국비	8,921,250	8,921,250	8,921,250	8,921,250
		시비	8,921,250	8,921,250	8,921,250	8,921,250
		민간	-	-	-	-
		합계	17,842,500	17,842,500	17,842,500	17,842,500
녹색건축물 설계기준 적용	주거	국비	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-
		민간	11,654,908	11,654,908	11,654,908	11,654,908
		합계	11,654,908	11,654,908	11,654,908	11,654,908
	비주거	국비	-	-	-	-
		시비	-	-	-	-
		민간	2,904,011	2,904,011	2,904,011	2,904,011
		합계	2,904,011	2,904,011	2,904,011	2,904,011

〈표 계속〉

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
친환경보일러 보급	국비	18,915	33,339	58,764	103,579
	시비	12,610	22,226	39,176	69,053
	민간	78,977	139,207	245,367	432,487
	합계	110,502	194,772	343,308	605,119
수요반응자원	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	33,600	66,992	114,555	195,886
	합계	33,600	66,992	114,555	195,886
민간부문 LED 보급	국비	29,657	7,700	7,700	9,240
	시비	29,657	7,700	7,700	9,240
	민간	237,253	61,600	61,600	73,920
	합계	296,567	77,000	77,000	92,400
에코마일리지	국비	2,514	2,686	2,871	3,068
	시비	33,395	35,689	38,140	40,760
	민간	-	-	-	-
	합계	35,909	38,375	41,011	43,828
건물부문 소계	국비	10,950,599	10,936,333	11,000,204	11,121,421
	시비	10,975,176	10,958,223	11,015,886	11,124,586
	민간	28,688,750	28,316,718	28,250,441	28,331,212
	합계	50,614,526	50,211,273	50,266,531	50,577,219

□ 에너지 공급 부문 사업별 소요 비용

○ 2040년까지 에너지 공급 부문의 예상 소요 비용은 총 8조원임

- 약 7조원의 민간재원 필요할 것으로 예상되며 시비와 국비 순으로 비중이 큼

〈표 6-8〉 에너지 공급 부문 사업별 소요 비용

(단위: 백만원)

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
태양광	국비	99,686	76,796	108,310	152,758
	시비	99,686	76,796	108,310	152,758
	민간	797,489	614,364	866,483	1,222,064
	합계	996,861	767,956	1,083,104	1,527,580
태양열	국비	-	10,246	-	14,000
	시비	-	10,246	-	14,000
	민간	-	30,737	-	42,000
	합계	-	51,229	-	70,000
풍력	국비	49	136	376	1,411
	시비	49	136	376	1,411
	민간	147	408	1,129	4,233
	합계	245	679	1,882	7,055

〈표 계속〉

사업명	재원	2021~2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040
소수력	국비	1,320	733	733	733
	시비	1,320	733	733	733
	민간	3,960	2,200	2,200	2,200
	합계	6,600	3,667	3,667	3,667
발전용 연료전지	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	538,650	179,550	179,550	-
	합계	538,650	179,550	179,550	-
건물형 연료전지	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	53,865	430,920	502,740	251,370
	합계	53,865	430,920	502,740	251,370
자가열병합	국비	-	-	-	-
	시비	-	68,970	22,990	22,990
	민간	-	-	-	-
	합계	-	68,970	22,990	22,990
하수슬러지 가스 발전	국비	-	-	-	-
	시비	-	23,600	17,700	-
	민간	-	-	-	-
	합계	-	23,600	17,700	-
상수열	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	41,407	334,627	296,442	296,442
	합계	41,407	334,627	296,442	296,442
하수열	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	-	39,127	23,058	27,198
	합계	-	39,127	23,058	27,198
지열	국비	-	-	-	-
	시비	-	-	-	-
	민간	-	38,784	24,890	26,913
	합계	-	38,784	24,890	26,913
에너지 공급 부문 소계	국비	101,055	87,910	109,420	168,902
	시비	101,055	180,480	150,110	191,892
	민간	1,435,518	1,670,717	1,896,492	1,872,420
	합계	1,637,628	1,939,108	2,156,022	2,233,215

제 7 장
미래상 및 기대효과

가. 미래상

나. 경제효과

다. 녹색성장 주요 지표 요약

07 미래상 및 기대효과

가. 미래상

1) 에너지소비 절감과 친환경에너지 공급확대를 통한 저탄소 도시

□ 기존 건물 그린 리모델링과 제로에너지 건물 확대로 건물에너지의 획기적인 절감

○ 서울시는 건물에너지 효율화사업(BRP)을 지속적으로 추진해왔으며, 건물에너지소비 총량제 도입, 신축대형건물의 신재생에너지이용의무화 등 건물부문의 저탄소화를 위한 정책을 선도해왔음

○ 건물에너지 관련 정책은 시간이 흐를수록 더 강력하게 추진해나가고 있으며, 제로에너지 건물을 보급함으로써 건물에너지 소비량을 획기적으로 절감할 뿐만 아니라, 태양광 등 신재생에너지를 생산하여 온실가스배출량을 최소화 함

□ 친환경에너지 보급 확대로 에너지 전환 선도

○ 서울시는 태양광 보급확대 정책을 강력하게 추진해왔으며, '태양의 도시, 서울' 사업을 통해 지속적이고 효과적으로 태양광을 보급을 확대함으로서 태양광 모범 도시 거듭남

○ 태양광 이외에도 수소연료전지, 바이오가스 등 서울시의 여건을 고려하여 신재생에너지 보급을 확대함으로서, 에너지 전환도시를 선도함

2) 저탄소 녹색교통의 도시

□ 전기차 운행 기반 확대

○ 전기차 충전시설 등 전기자 이용기반을 확대함으로서 전기차 보급이 촉진되도록 하며, 내연기관 자동차 이용 감소로 온실가스 감축과 미세먼지 발생량 저감 등 쾌적한 도시환경 조성과 녹색산업 육성을 선도함

□ 저탄소 친환경 대중교통 모범 도시 선도

○ 서울시 교통정보시스템(TOPIS)은 세계최고 수준의 대중교통 정보시스템을 구축했으며, 이미 해외 여러 도시에서 벤치마킹하고 있음

○ 서울시는 대중교통이용을 보다 편리하게 이용할 수 있도록 버스, 지하철 서비스를 확대하며, 전기버스 도입 확대 등 저탄소 친환경 대중교통 시스템을 확대할 계획임

□ **퍼스널 모빌리티 이용 기반 확대로 저탄소 친환경 공유도시 실현**

○ 퍼스널 모빌리티 이용 기반을 확대함으로써 시민의 이동 편의성 증진함

○ 퍼스널 모빌리티 이용 확대로 탄소배출량 감축 및 저비용 고품질 서비스 제공 등 공유 경제의 장점을 극대화하며, 모범적인 친환경 공유 도시 실현함

3) 녹색 일자리가 충만한 녹색 경제 도시

□ **저탄소 사회로 전환을 통한 새로운 녹색일자리 창출**

○ 서울시는 2007년부터 저탄소 도시로 전환하기 위한 제도적 기반을 다져왔으며, 2012년 '원전하나줄이기' 사업을 시발점으로 본격적인 저탄소 사회로의 전환 사업을 추진해 왔음

○ 저탄소 사화로 전환하기 위하여 건물의 에너지효율 개선, 제로에너지건물 보급 등 다양한 사업이 추진됨에 따라 대량의 녹색일자리를 창출함

□ **녹색 사회로의 전환 과정에서 새로운 부가가치 창출을 통한 녹색성장**

○ 서울시 지역에너지 계획 등 온실가스 감축을 위한 장기 계획을 실현하는 과정에서 수 백조원규모의 생산유발 효과와 부가가치를 창출할 계획임

나. 경제효과

1) 고용유발효과

□ **수송부문 고용유발효과**

○ 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 2040년까지 수송부문의 고용유발효과는 80만 명으로 예상됨

〈표 7-1〉 수송부문 고용유발효과 추정 결과

(단위: 명)

세부사업명	지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
승용차 마일리지 제도	서울	27	27	14	8	5	16	5	5	109
	서울외	4	4	2	1	1	2	1	1	15
	전국	31	31	15	9	6	19	6	6	124
나눔카	서울	203	102	-	-	-	508	508	-	1,320
	서울외	279	140	-	-	-	699	699	-	1,817
	전국	483	241	-	-	-	1,206	1,206	-	3,137
도시철도 연장	서울	4,201	4,201	12,603	12,603	18,316	-	-	-	51,924
	서울외	1,924	1,924	5,773	5,773	8,390	-	-	-	23,783
	전국	6,125	6,125	18,376	18,376	26,706	-	-	-	75,707
중앙버스전용차로 연장	서울	337	645	421	421	393	-	-	-	2,216
	서울외	154	296	193	193	180	-	-	-	1,015
	전국	491	941	613	613	573	-	-	-	3,231
보도율 확대	서울	503	503	503	503	503	2,517	2,517	2,517	10,066
	서울외	231	231	231	231	231	1,153	1,153	1,153	4,611
	전국	734	734	734	734	734	3,669	3,669	3,669	14,677
자전거도로 연장	서울	614	614	614	614	614	3,071	1,755	1,755	9,651
	서울외	281	281	281	281	281	1,407	804	804	4,421
	전국	895	895	895	895	895	4,477	2,558	2,558	14,072
공공자전거 이용 확대	서울	36	38	40	42	44	250	298	333	1,081
	서울외	5	5	5	6	6	34	40	45	146
	전국	41	43	46	48	50	283	339	378	1,228
공유 개인교통수단 이용 확대	서울	48	30	18	12	12	36	18	6	182
	서울외	42	26	16	11	11	32	16	5	158
	전국	91	57	34	23	23	68	34	11	340
전기차	서울	1,796	2,919	3,503	4,356	4,940	19,310	39,518	53,888	130,230
	서울외	2,472	4,017	4,821	5,995	6,798	26,575	54,387	74,164	179,229
	전국	4,268	6,936	8,323	10,351	11,738	45,885	93,905	128,052	309,459
수소차	서울	1,495	2,429	2,915	3,625	4,110	19,805	46,336	65,020	145,736
	서울외	2,057	3,343	4,011	4,989	5,657	27,257	63,771	89,485	200,569
	전국	3,552	5,772	6,926	8,613	9,768	47,062	110,107	154,505	346,305
친환경 시내버스	서울	433	433	577	577	707	4,619	5,413	852	13,613
	서울외	596	596	795	795	973	6,357	7,450	1,172	18,735
	전국	1,029	1,029	1,372	1,372	1,681	10,977	12,864	2,024	32,348
합 계	서울	9,694	11,942	21,208	22,762	29,646	50,132	96,369	124,376	366,127
	서울외	8,046	10,863	16,127	18,273	22,527	63,515	128,320	166,828	434,499
	전국	17,740	22,804	37,335	41,034	52,173	113,647	224,689	291,204	800,626

□ 건물부문 고용유발효과

○ 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 2040년까지 건물부문의 고용유발효과는 289만명으로 예상됨

〈표 7-2〉 건물부문 고용유발효과 추정 결과

(단위: 명)

세부사업명		지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
에너지다소비건물 에너지 효율화		서울	3,727	3,629	3,433	3,335	3,335	14,615	12,457	10,495	55,027
		서울외	1,724	1,678	1,588	1,542	1,542	6,759	5,761	4,854	25,448
		전국	5,451	5,308	5,021	4,877	4,877	21,374	18,218	15,349	80,475
상업건물 BRP		서울	29,426	29,426	29,426	29,426	29,426	147,132	147,132	147,132	588,527
		서울외	13,608	13,608	13,608	13,608	13,608	68,042	68,042	68,042	272,167
		전국	43,035	43,035	43,035	43,035	43,035	215,173	215,173	215,173	860,693
공공건물 에너지 효율화	교육복지시설	서울	25	29	34	40	46	368	779	1,646	2,967
		서울외	12	14	16	18	21	170	360	761	1,372
		전국	37	43	50	58	67	538	1,139	2,408	4,340
	업무시설	서울	9	11	12	14	17	134	284	600	1,081
		서울외	4	5	6	7	8	62	131	277	500
		전국	13	16	18	21	24	196	415	877	1,580
	의료시설	서울	12	14	16	18	21	171	362	765	1,379
		서울외	5	6	7	9	10	79	167	354	638
		전국	17	20	23	27	31	250	529	1,119	2,017
사회복지시설 BRP		서울	245	245	245	245	123	613	613	490	2,820
		서울외	113	113	113	113	57	284	284	227	1,304
		전국	359	359	359	359	179	897	897	717	4,124
주택 BRP		서울	1,592	1,592	1,592	1,592	1,592	7,960	7,960	7,960	31,842
		서울외	736	736	736	736	736	3,681	3,681	3,681	14,725
		전국	2,328	2,328	2,328	2,328	2,328	11,642	11,642	11,642	46,567
공공 임대주택 BRP		서울	35,003	35,003	35,003	35,003	35,003	175,013	175,013	175,013	700,053
		서울외	16,187	16,187	16,187	16,187	16,187	80,936	80,936	80,936	323,742
		전국	51,190	51,190	51,190	51,190	51,190	255,949	255,949	255,949	1,023,795
녹색건축물 설계기준 적용	주거	서울	22,864	22,864	22,864	22,864	22,864	114,320	114,320	114,320	457,282
		서울외	10,574	10,574	10,574	10,574	10,574	52,868	52,868	52,868	211,472
		전국	33,438	33,438	33,438	33,438	33,438	167,188	167,188	167,188	668,754
	비주거	서울	5,697	5,697	5,697	5,697	5,697	28,485	28,485	28,485	113,939
		서울외	2,635	2,635	2,635	2,635	2,635	13,173	13,173	13,173	52,692
		전국	8,332	8,332	8,332	8,332	8,332	41,658	41,658	41,658	166,631
친환경보일러 보급		서울	117	131	147	164	184	1,311	2,310	4,072	8,436
		서울외	76	85	95	107	120	851	1,500	2,643	5,476
		전국	193	216	242	271	304	2,161	3,810	6,715	13,912
수요반응자원		서울	38	52	66	80	94	656	1,121	1,917	4,022
		서울외	5	7	9	11	13	89	152	259	544
		전국	43	59	75	91	107	744	1,273	2,176	4,567
민간부문 LED 보급		서울	484	484	484	484	484	628	628	754	4,430
		서울외	203	203	203	203	203	263	263	316	1,857
		전국	687	687	687	687	687	892	892	1,070	6,287
에코마일리지		서울	68	69	70	71	72	376	401	429	1,557
		서울외	9	9	10	10	10	51	54	58	211
		전국	78	79	80	81	82	426	456	487	1,768
합 계		서울	99,308	99,246	99,089	99,034	98,958	491,782	491,865	494,079	1,973,362
		서울외	45,892	45,861	45,786	45,759	45,723	227,307	227,371	228,449	912,147
		전국	145,199	145,107	144,876	144,793	144,681	719,089	719,237	722,528	2,885,509

□ 에너지 공급 부문 고용유발효과

○ 2040년까지 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 수송부문의 고용유발효과는 9만여명으로 예상됨

〈표 7-3〉 에너지 공급 부문 고용유발효과 추정 결과

(단위: 명)

세부사업명	지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
태양광	서울	2,399	2,888	884	947	1,015	6,266	8,837	12,463	35,698
	서울외	1,005	1,210	371	397	425	2,626	3,704	5,223	14,961
	전국	3,404	4,099	1,255	1,344	1,440	8,891	12,540	17,686	50,660
태양열	서울	-	-	-	-	-	418	-	571	989
	서울외	-	-	-	-	-	175	-	239	415
	전국	-	-	-	-	-	593	-	810	1,404
풍력	서울	0	0	0	0	1	6	15	58	80
	서울외	0	0	0	0	0	2	6	24	34
	전국	0	0	1	1	1	8	22	82	114
소수력	서울	-	-	42	6	6	30	30	30	144
	서울외	-	-	18	3	3	13	13	13	60
	전국	-	-	59	8	8	42	42	42	204
발전용 연료전지	서울	1,465	1,465	-	-	1,465	1,465	1,465	-	7,234
	서울외	614	614	-	-	614	614	614	-	3,070
	전국	2,079	2,079	-	-	2,079	2,079	2,079	-	10,394
건물형 연료전지	서울	146	146	146	-	-	3,516	4,102	2,051	10,108
	서울외	61	61	61	-	-	1,473	1,719	860	4,236
	전국	208	208	208	-	-	4,989	5,821	2,910	14,344
자가열병합	서울	-	-	-	-	-	563	188	188	938
	서울외	-	-	-	-	-	236	79	79	393
	전국	-	-	-	-	-	799	266	266	1,331
하수슬러지 가스 발전	서울	-	-	-	-	-	193	144	-	337
	서울외	-	-	-	-	-	81	61	-	141
	전국	-	-	-	-	-	273	205	-	478
상수열	서울	56	56	56	56	56	2,252	1,995	1,995	6,520
	서울외	36	36	36	36	36	1,462	1,295	1,295	4,232
	전국	92	92	92	92	92	3,713	3,290	3,290	10,752
하수열	서울	-	-	-	-	-	263	155	183	601
	서울외	-	-	-	-	-	171	101	119	390
	전국	-	-	-	-	-	434	256	302	992
지열	서울	-	-	-	-	-	261	167	181	610
	서울외	-	-	-	-	-	169	109	118	396
	전국	-	-	-	-	-	430	276	299	1,005
합 계	서울	4,066	4,556	1,129	1,009	2,542	15,231	17,098	17,719	63,350
	서울외	1,717	1,922	486	436	1,078	7,022	7,699	7,969	28,328
	전국	5,783	6,478	1,615	1,445	3,620	22,253	24,797	25,688	91,678

2) 부가가치유발효과

□ 수송부문 부가가치유발효과

○ 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 2040년까지 수송부문의 부가가치유발효과는 53,300십억원으로 예상됨

〈표 7-4〉 수송부문 부가가치유발효과 추정 결과

(단위: 백만원)

세부사업명	지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
승용차 마일리지 제도	서울	2,349	2,349	1,175	705	470	1,409	470	470	9,396
	서울외	179	179	89	54	36	107	36	36	715
	전국	2,528	2,528	1,264	758	506	1,517	506	506	10,112
나눔카	서울	13,434	6,717	-	-	-	33,586	33,586	-	87,323
	서울외	19,330	9,665	-	-	-	48,326	48,326	-	125,646
	전국	32,765	16,382	-	-	-	81,911	81,911	-	212,969
도시철도 연장	서울	217,967	217,967	653,902	653,902	950,338	-	-	-	2,694,076
	서울외	136,133	136,133	408,398	408,398	593,539	-	-	-	1,682,600
	전국	354,100	354,100	1,062,300	1,062,300	1,543,876	-	-	-	4,376,677
중앙버스전용차로 연장	서울	17,465	33,474	21,831	21,831	20,376	-	-	-	114,976
	서울외	10,908	20,906	13,635	13,635	12,726	-	-	-	71,809
	전국	28,372	54,380	35,466	35,466	33,101	-	-	-	186,785
보도율 확대	서울	26,114	26,114	26,114	26,114	26,114	130,570	130,570	130,570	522,280
	서울외	16,310	16,310	16,310	16,310	16,310	81,548	81,548	81,548	326,193
	전국	42,424	42,424	42,424	42,424	42,424	212,118	212,118	212,118	848,473
자전거도로 연장	서울	31,865	31,865	31,865	31,865	31,865	159,327	91,044	91,044	500,743
	서울외	19,902	19,902	19,902	19,902	19,902	99,509	56,862	56,862	312,742
	전국	51,767	51,767	51,767	51,767	51,767	258,836	147,906	147,906	813,486
공공자전거 이용 확대	서울	3,126	3,295	3,464	3,633	3,802	21,542	25,766	28,723	93,350
	서울외	238	251	264	277	289	1,640	1,962	2,187	7,107
	전국	3,364	3,546	3,727	3,909	4,091	23,182	27,728	30,910	100,457
공유 개인교통수단 이용 확대	서울	4,409	2,756	1,653	1,102	1,102	3,307	1,653	551	16,535
	서울외	3,011	1,882	1,129	753	753	2,258	1,129	376	11,292
	전국	7,420	4,638	2,783	1,855	1,855	5,565	2,783	928	27,827
전기차	서울	118,836	193,108	231,730	288,177	326,798	1,277,484	2,614,386	3,565,072	8,615,592
	서울외	170,989	277,858	333,429	414,649	470,220	1,838,134	3,761,763	5,129,677	12,396,721
	전국	289,825	470,966	565,159	702,826	797,019	3,115,619	6,376,150	8,694,750	21,012,312
수소차	서울	98,886	160,690	192,828	239,799	271,937	1,310,243	3,065,474	4,301,553	9,641,411
	서울외	142,285	231,212	277,455	345,040	391,282	1,885,270	4,410,821	6,189,377	13,872,742
	전국	241,171	391,903	470,283	584,839	663,220	3,195,513	7,476,295	10,490,930	23,514,153
친환경 시내버스	서울	28,651	28,651	38,201	38,201	46,796	305,606	358,131	56,346	900,581
	서울외	41,224	41,224	54,966	54,966	67,333	439,727	515,305	81,075	1,295,820
	전국	69,875	69,875	93,167	93,167	114,129	745,332	873,436	137,421	2,196,401
합계	서울	563,102	706,986	1,202,763	1,305,329	1,679,598	3,243,075	6,321,082	8,174,329	23,196,263
	서울외	560,508	755,522	1,125,576	1,273,982	1,572,390	4,396,520	8,877,751	11,541,139	30,103,388
	전국	1,123,611	1,462,508	2,328,339	2,579,311	3,251,987	7,639,594	15,198,833	19,715,468	53,299,651

□ 건물부문 부가가치유발효과

○ 2040년까지 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 건물부문의 부가가치유발효과는 145,413십억원으로 예상됨

〈표 7-5〉 건물부문 부가가치유발효과 추정 결과

(단위: 백만원)

세부사업명		지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
에너지다소비건물 에너지 효율화		서울	162,281	158,010	149,469	145,199	145,199	636,312	542,360	456,949	2,395,779
		서울외	111,801	108,859	102,975	100,033	100,033	438,378	373,651	314,809	1,650,538
		전국	274,082	266,869	252,444	245,231	245,231	1,074,690	916,011	771,758	4,046,318
상업건물 BRP		서울	1,281,165	1,281,165	1,281,165	1,281,165	1,281,165	6,405,827	6,405,827	6,405,827	25,623,310
		서울외	882,641	882,641	882,641	882,641	882,641	4,413,204	4,413,204	4,413,204	17,652,816
		전국	2,163,806	2,163,806	2,163,806	2,163,806	2,163,806	10,819,031	10,819,031	10,819,031	43,276,125
공공건물 에너지 효율화	교육복지 시설	서울	1,099	1,276	1,482	1,722	2,000	16,028	33,897	71,685	129,190
		서울외	757	879	1,021	1,186	1,378	11,043	23,353	49,386	89,003
		전국	1,855	2,155	2,504	2,908	3,378	27,071	57,250	121,072	218,193
	업무시설	서울	400	465	540	627	729	5,838	12,345	26,105	47,049
		서울외	276	320	372	432	502	4,022	8,505	17,985	32,414
		전국	676	785	912	1,059	1,230	9,860	20,850	44,090	79,462
	의료시설	서울	511	593	689	800	930	7,450	15,754	33,316	60,042
		서울외	352	409	475	551	640	5,132	10,854	22,953	41,365
		전국	862	1,002	1,164	1,352	1,570	12,582	26,608	56,268	101,407
사회복지시설 BRP		서울	10,676	10,676	10,676	10,676	5,338	26,691	26,691	21,353	122,778
		서울외	7,355	7,355	7,355	7,355	3,678	18,388	18,388	14,711	84,586
		전국	18,032	18,032	18,032	18,032	9,016	45,079	45,079	36,063	207,365
주택 BRP		서울	69,317	69,317	69,317	69,317	69,317	346,584	346,584	346,584	1,386,337
		서울외	47,755	47,755	47,755	47,755	47,755	238,774	238,774	238,774	955,097
		전국	117,072	117,072	117,072	117,072	117,072	585,358	585,358	585,358	2,341,434
공공 임대주택 BRP		서울	1,523,946	1,523,946	1,523,946	1,523,946	1,523,946	7,619,732	7,619,732	7,619,732	30,478,927
		서울외	1,049,901	1,049,901	1,049,901	1,049,901	1,049,901	5,249,506	5,249,506	5,249,506	20,998,024
		전국	2,573,848	2,573,848	2,573,848	2,573,848	2,573,848	12,869,238	12,869,238	12,869,238	51,476,951
녹색건축물 설계기준 적용	주거	서울	995,458	995,458	995,458	995,458	995,458	4,977,289	4,977,289	4,977,289	19,909,155
		서울외	685,806	685,806	685,806	685,806	685,806	3,429,032	3,429,032	3,429,032	13,716,130
		전국	1,681,264	1,681,264	1,681,264	1,681,264	1,681,264	8,406,321	8,406,321	8,406,321	33,625,284
	비주거	서울	248,035	248,035	248,035	248,035	248,035	1,240,173	1,240,173	1,240,173	4,960,692
		서울외	170,880	170,880	170,880	170,880	170,880	854,400	854,400	854,400	3,417,599
		전국	418,915	418,915	418,915	418,915	418,915	2,094,573	2,094,573	2,094,573	8,378,291
친환경보일러 보급		서울	5,976	6,693	7,496	8,396	9,404	66,917	117,948	207,897	430,726
		서울외	5,219	5,845	6,547	7,333	8,213	58,442	103,011	181,568	376,178
		전국	11,194	12,538	14,043	15,729	17,617	125,359	220,959	389,465	806,904
수요반응자원		서울	3,244	4,461	5,677	6,894	8,110	56,595	96,775	165,483	347,238
		서울외	247	340	432	525	617	4,309	7,368	12,599	26,438
		전국	3,491	4,800	6,109	7,418	8,728	60,903	104,143	178,083	373,676
민간부문 LED 보급		서울	22,807	22,807	22,807	22,807	22,807	29,608	29,608	35,529	208,779
		서울외	13,979	13,979	13,979	13,979	13,979	18,148	18,148	21,778	127,971
		전국	36,786	36,786	36,786	36,786	36,786	47,756	47,756	57,307	336,751
에코마일리지		서울	5,907	5,986	6,066	6,147	6,229	32,419	34,646	37,026	134,427
		서울외	450	456	462	468	474	2,468	2,638	2,819	10,235
		전국	6,357	6,442	6,528	6,615	6,704	34,888	37,284	39,845	144,662
합계		서울	4,330,821	4,328,888	4,322,824	4,321,189	4,318,666	21,467,462	21,499,629	21,644,948	86,234,429
		서울외	2,977,419	2,975,426	2,970,602	2,968,846	2,966,498	14,745,247	14,750,832	14,823,523	59,178,394
		전국	7,308,241	7,304,314	7,293,426	7,290,035	7,285,165	36,212,710	36,250,461	36,468,471	145,412,822

□ 에너지 공급 부문 부가가치유발효과

○ 2040년까지 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 에너지 공급 부문의 부가가치유발효과는 5,012십억원으로 예상됨

〈표 7-6〉 에너지 공급 부문 부가가치유발효과 추정 결과

(단위: 백만원)

세부사업명	지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
태양광	서울	113,048	136,119	41,677	44,644	47,822	295,291	416,471	587,379	1,682,450
	서울외	69,293	83,434	25,546	27,364	29,313	180,999	255,275	360,034	1,031,257
	전국	182,340	219,553	67,223	72,008	77,135	476,290	671,746	947,412	2,713,707
태양열	서울	-	-	-	-	-	19,698	-	26,916	46,614
	서울외	-	-	-	-	-	12,074	-	16,498	28,572
	전국	-	-	-	-	-	31,772	-	43,414	75,187
풍력	서울	12	15	18	22	27	261	723	2,713	3,792
	서울외	7	9	11	14	17	160	443	1,663	2,324
	전국	19	24	29	36	44	421	1,167	4,376	6,116
소수력	서울	-	-	1,974	282	282	1,410	1,410	1,410	6,767
	서울외	-	-	1,210	173	173	864	864	864	4,148
	전국	-	-	3,184	455	455	2,274	2,274	2,274	10,915
발전용 연료전지	서울	69,040	69,040	-	-	69,040	69,040	69,040	-	345,199
	서울외	42,318	42,318	-	-	42,318	42,318	42,318	-	211,590
	전국	111,358	111,358	-	-	111,358	111,358	111,358	-	556,789
건물형 연료전지	서울	6,904	6,904	6,904	-	-	165,696	193,312	96,656	476,375
	서울외	4,232	4,232	4,232	-	-	101,563	118,490	59,245	291,994
	전국	11,136	11,136	11,136	-	-	267,259	311,802	155,901	768,369
자가열병합	서울	-	-	-	-	-	26,520	8,840	8,840	44,200
	서울외	-	-	-	-	-	16,255	5,418	5,418	27,092
	전국	-	-	-	-	-	42,776	14,259	14,259	71,293
하수슬러지 가스 발전	서울	-	-	-	-	-	9,075	6,806	-	15,881
	서울외	-	-	-	-	-	5,562	4,172	-	9,734
	전국	-	-	-	-	-	14,637	10,978	-	25,614
상수열	서울	2,845	2,845	2,845	2,845	2,845	114,966	101,847	101,847	332,885
	서울외	2,485	2,485	2,485	2,485	2,485	100,406	88,949	88,949	290,728
	전국	5,330	5,330	5,330	5,330	5,330	215,372	190,795	190,795	623,613
하수열	서울	-	-	-	-	-	13,443	7,922	9,344	30,709
	서울외	-	-	-	-	-	11,740	6,919	8,161	26,820
	전국	-	-	-	-	-	25,183	14,841	17,505	57,528
지열	서울	-	-	-	-	-	13,325	8,551	9,246	31,122
	서울외	-	-	-	-	-	11,637	7,468	8,075	27,181
	전국	-	-	-	-	-	24,962	16,020	17,322	58,303
합계	서울	191,849	214,922	53,418	47,793	120,016	728,724	814,921	844,351	3,015,995
	서울외	118,335	132,478	33,483	30,036	74,305	483,579	530,317	548,907	1,951,439
	전국	310,183	347,400	86,901	77,829	194,321	1,212,303	1,345,238	1,393,258	4,967,434

3) 생산유발효과

□ 수송부문 생산유발효과

○ 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 2040년까지 수송부문의 생산유발효과는 216,407 십억원으로 예상됨

〈표 7-7〉 수송부문 생산유발효과 추정 결과

(단위: 백만원)

세부사업명	지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
승용차 마일리지 제도	서울	3,163	3,163	1,582	949	633	1,898	633	633	12,652
	서울외	593	593	297	178	119	356	119	119	2,372
	전국	3,756	3,756	1,878	1,127	751	2,254	751	751	15,025
나눔카	서울	61,561	30,781	-	-	-	153,903	153,903	-	400,149
	서울외	75,249	37,624	-	-	-	188,122	188,122	-	489,118
	전국	136,810	68,405	-	-	-	342,025	342,025	-	889,266
도시철도 연장	서울	594,780	594,780	1,784,339	1,784,339	2,593,239	-	-	-	7,351,475
	서울외	551,510	551,510	1,654,530	1,654,530	2,404,584	-	-	-	6,816,664
	전국	1,146,290	1,146,290	3,438,869	3,438,869	4,997,822	-	-	-	14,168,139
중앙버스전용차로 연장	서울	47,657	91,342	59,571	59,571	55,600	-	-	-	313,742
	서울외	44,190	84,697	55,237	55,237	51,555	-	-	-	290,917
	전국	91,847	176,040	114,809	114,809	107,155	-	-	-	604,659
보도율 확대	서울	71,259	71,259	71,259	71,259	71,259	356,293	356,293	356,293	1,425,174
	서울외	66,075	66,075	66,075	66,075	66,075	330,374	330,374	330,374	1,321,494
	전국	137,333	137,333	137,333	137,333	137,333	686,667	686,667	686,667	2,746,668
자전거도로 연장	서울	86,953	86,953	86,953	86,953	86,953	434,766	248,438	248,438	1,366,406
	서울외	80,627	80,627	80,627	80,627	80,627	403,137	230,364	230,364	1,267,002
	전국	167,581	167,581	167,581	167,581	167,581	837,903	478,801	478,801	2,633,408
공공자전거 이용 확대	서울	4,209	4,436	4,664	4,891	5,119	29,007	34,695	38,676	125,697
	서울외	789	832	875	917	960	5,439	6,506	7,252	23,570
	전국	4,998	5,268	5,538	5,809	6,079	34,446	41,200	45,928	149,267
공유 개인교통수단 이용 확대	서울	15,302	9,563	5,738	3,825	3,825	11,476	5,738	1,913	57,381
	서울외	12,953	8,096	4,857	3,238	3,238	9,715	4,857	1,619	48,573
	전국	28,254	17,659	10,595	7,064	7,064	21,191	10,595	3,532	105,954
전기차	서울	544,553	884,898	1,061,878	1,320,541	1,497,520	5,853,943	11,980,162	16,336,585	39,480,081
	서울외	665,629	1,081,647	1,297,976	1,614,150	1,830,479	7,155,509	14,643,833	19,968,863	48,258,086
	전국	1,210,182	1,966,545	2,359,854	2,934,690	3,327,999	13,009,452	26,623,995	36,305,448	87,738,167
수소차	서울	453,136	736,347	883,616	1,098,856	1,246,125	6,004,057	14,047,227	19,711,432	44,180,795
	서울외	553,887	900,066	1,080,079	1,343,175	1,523,189	7,338,999	17,170,489	24,094,074	54,003,958
	전국	1,007,023	1,636,413	1,963,695	2,442,031	2,769,314	13,343,056	31,217,716	43,805,505	98,184,753
친환경 시내버스	서울	131,288	131,288	175,051	175,051	214,437	1,400,406	1,641,101	258,200	4,126,823
	서울외	160,479	160,479	213,972	213,972	262,115	1,711,773	2,005,984	315,608	5,044,381
	전국	291,767	291,767	389,022	389,022	476,552	3,112,180	3,647,085	573,808	9,171,204
합계	서울	2,013,860	2,644,810	4,134,650	4,606,234	5,774,710	14,245,750	28,468,190	36,952,169	98,840,374
	서울외	2,211,980	2,972,246	4,454,525	5,032,100	6,222,940	17,143,424	34,580,647	44,948,272	117,566,135
	전국	4,225,841	5,617,056	8,589,175	9,638,334	11,997,650	31,389,174	63,048,838	81,900,441	216,406,509

□ 건물부문 생산유발효과

○ 2040년까지 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 건물부문의 생산유발효과는 473,896 십억원으로 예상됨

〈표 7-8〉 건물부문 생산유발효과 추정 결과

(단위: 백만원)

세부사업명		지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
에너지다소비건물 에너지 효율화		서울	478,266	465,680	440,509	427,923	427,923	1,875,308	1,598,417	1,346,698	7,060,723
		서울외	415,980	405,033	383,139	372,192	372,192	1,631,079	1,390,248	1,171,312	6,141,176
		전국	894,246	870,713	823,648	800,115	800,115	3,506,387	2,988,665	2,518,009	13,201,899
상업건물 BRP		서울	3,775,788	3,775,788	3,775,788	3,775,788	3,775,788	18,878,938	18,878,938	18,878,938	75,515,750
		서울외	3,284,051	3,284,051	3,284,051	3,284,051	3,284,051	16,420,257	16,420,257	16,420,257	65,681,027
		전국	7,059,839	7,059,839	7,059,839	7,059,839	7,059,839	35,299,194	35,299,194	35,299,194	141,196,777
공공건물 에너지 효율화	교육복지시설	서울	3,238	3,761	4,369	5,075	5,895	47,238	99,899	211,267	380,741
		서울외	2,816	3,271	3,800	4,414	5,127	41,086	86,889	183,753	331,155
		전국	6,054	7,032	8,168	9,488	11,022	88,324	186,788	395,020	711,896
	업무시설	서울	1,179	1,370	1,591	1,848	2,147	17,205	36,383	76,935	138,660
		서울외	1,026	1,192	1,384	1,608	1,868	14,965	31,644	66,916	120,602
		전국	2,205	2,562	2,975	3,456	4,015	32,170	68,027	143,851	259,261
	의료시설	서울	1,505	1,748	2,031	2,359	2,740	21,955	46,429	98,187	176,953
		서울외	1,309	1,520	1,766	2,051	2,383	19,096	40,383	85,400	153,908
		전국	2,814	3,268	3,797	4,410	5,123	41,051	86,812	183,587	330,861
사회복지시설 BRP		서울	31,465	31,465	31,465	31,465	15,732	78,662	78,662	62,930	361,846
		서울외	27,367	27,367	27,367	27,367	13,684	68,418	68,418	54,734	314,722
		전국	58,832	58,832	58,832	58,832	29,416	147,080	147,080	117,664	676,568
주택 BRP		서울	204,287	204,287	204,287	204,287	204,287	1,021,436	1,021,436	1,021,436	4,085,743
		서울외	177,682	177,682	177,682	177,682	177,682	888,410	888,410	888,410	3,553,640
		전국	381,969	381,969	381,969	381,969	381,969	1,909,846	1,909,846	1,909,846	7,639,383
공공 임대주택 BRP		서울	4,491,299	4,491,299	4,491,299	4,491,299	4,491,299	22,456,496	22,456,496	22,456,496	89,825,985
		서울외	3,906,379	3,906,379	3,906,379	3,906,379	3,906,379	19,531,895	19,531,895	19,531,895	78,127,581
		전국	8,397,678	8,397,678	8,397,678	8,397,678	8,397,678	41,988,392	41,988,392	41,988,392	167,953,567
녹색건축물 설계기준 적용	주거	서울	2,933,764	2,933,764	2,933,764	2,933,764	2,933,764	14,668,819	14,668,819	14,668,819	58,675,275
		서울외	2,551,688	2,551,688	2,551,688	2,551,688	2,551,688	12,758,439	12,758,439	12,758,439	51,033,756
		전국	5,485,452	5,485,452	5,485,452	5,485,452	5,485,452	27,427,258	27,427,258	27,427,258	109,709,031
	비주거	서울	730,995	730,995	730,995	730,995	730,995	3,654,977	3,654,977	3,654,977	14,619,907
		서울외	635,795	635,795	635,795	635,795	635,795	3,178,974	3,178,974	3,178,974	12,715,897
		전국	1,366,790	1,366,790	1,366,790	1,366,790	1,366,790	6,833,951	6,833,951	6,833,951	27,335,803
친환경보일러 보급		서울	21,474	24,052	26,939	30,172	33,794	240,476	423,866	747,111	1,547,884
		서울외	19,828	22,208	24,874	27,860	31,204	222,045	391,380	689,851	1,429,251
		전국	41,303	46,260	51,813	58,032	64,998	462,521	815,245	1,436,961	2,977,135
수요반응자원		서울	4,368	6,006	7,644	9,282	10,920	76,206	130,310	222,826	467,563
		서울외	819	1,126	1,433	1,741	2,048	14,289	24,434	41,782	87,673
		전국	5,187	7,132	9,078	11,023	12,968	90,495	154,744	264,609	555,236
민간부문 LED 보급		서울	70,372	70,372	70,372	70,372	70,372	91,356	91,356	109,627	644,197
		서울외	53,406	53,406	53,406	53,406	53,406	69,331	69,331	83,197	488,890
		전국	123,778	123,778	123,778	123,778	123,778	160,687	160,687	192,824	1,133,087
에코마일리지		서울	7,954	8,060	8,168	8,277	8,388	43,653	46,652	49,856	181,008
		서울외	1,491	1,511	1,532	1,552	1,573	8,185	8,748	9,348	33,941
		전국	9,445	9,572	9,700	9,829	9,961	51,839	55,399	59,204	214,949
합계		서울	12,755,954	12,748,647	12,729,220	12,722,906	12,714,044	63,172,724	63,232,638	63,606,101	253,682,235
		서울외	11,079,638	11,072,230	11,054,297	11,047,786	11,039,079	54,866,469	54,889,450	55,164,268	220,213,218
		전국	23,835,592	23,820,878	23,783,517	23,770,692	23,753,123	118,039,194	118,122,088	118,770,369	473,895,453

□ 에너지 공급 부문 생산유발효과

○ 2040년까지 앞서 계획한 사업들의 목표를 달성할 경우 건물부문의 생산유발효과는 17,104십억원으로 예상됨

〈표 7-9〉 에너지 공급 부문 생산유발효과 추정 결과

(단위: 백만원)

세부사업명	지역	2021	2022	2023	2024	2025	2026~2030	2031~2035	2036~2040	합계
태양광	서울	348,813	420,000	128,596	137,750	147,557	911,133	1,285,037	1,812,381	5,191,265
	서울외	264,719	318,744	97,593	104,541	111,983	691,471	975,232	1,375,441	3,939,724
	전국	613,532	738,743	226,188	242,291	259,540	1,602,604	2,260,269	3,187,822	9,130,989
태양열	서울	-	-	-	-	-	60,780	-	83,051	143,831
	서울외	-	-	-	-	-	46,127	-	63,028	109,155
	전국	-	-	-	-	-	106,907	-	146,079	252,986
풍력	서울	37	46	56	68	84	806	2,232	8,371	11,700
	서울외	28	35	42	52	64	612	1,694	6,353	8,879
	전국	65	80	98	120	148	1,418	3,927	14,724	20,579
소수력	서울	-	-	6,090	870	870	4,350	4,350	4,350	20,880
	서울외	-	-	4,622	660	660	3,301	3,301	3,301	15,846
	전국	-	-	10,712	1,530	1,530	7,651	7,651	7,651	36,727
발전용 연료전지	서울	213,025	213,025	-	-	213,025	213,025	213,025	-	1,065,126
	서울외	161,668	161,668	-	-	161,668	161,668	161,668	-	808,339
	전국	374,693	374,693	-	-	374,693	374,693	374,693	-	1,873,465
건물형 연료전지	서울	21,303	21,303	21,303	-	-	511,260	596,471	298,235	1,469,874
	서울외	16,167	16,167	16,167	-	-	388,003	452,670	226,335	1,115,508
	전국	37,469	37,469	37,469	-	-	899,263	1,049,140	524,570	2,585,382
자가열병합	서울	-	-	-	-	-	81,829	27,276	27,276	136,381
	서울외	-	-	-	-	-	62,101	20,700	20,700	103,502
	전국	-	-	-	-	-	143,930	47,977	47,977	239,883
하수슬러지 가스 발전	서울	-	-	-	-	-	28,000	21,000	-	49,000
	서울외	-	-	-	-	-	21,250	15,937	-	37,187
	전국	-	-	-	-	-	49,250	36,937	-	86,187
상수열	서울	10,225	10,225	10,225	10,225	10,225	413,148	366,003	366,003	1,196,277
	서울외	9,441	9,441	9,441	9,441	9,441	381,484	337,951	337,951	1,104,592
	전국	19,666	19,666	19,666	19,666	19,666	794,632	703,954	703,954	2,300,869
하수열	서울	-	-	-	-	-	48,308	28,469	33,580	110,357
	서울외	-	-	-	-	-	44,605	26,287	31,006	101,899
	전국	-	-	-	-	-	92,913	54,756	64,586	212,255
지열	서울	-	-	-	-	-	47,885	30,730	33,228	111,843
	서울외	-	-	-	-	-	44,215	28,375	30,682	103,272
	전국	-	-	-	-	-	92,099	59,106	63,910	215,115
합계	서울	593,403	664,597	166,269	148,914	371,761	2,320,523	2,574,593	2,666,475	9,506,534
	서울외	452,023	506,054	127,865	114,694	283,816	1,844,836	2,023,817	2,094,798	7,447,902
	전국	1,045,426	1,170,651	294,134	263,607	655,577	4,165,359	4,598,409	4,761,273	16,954,436

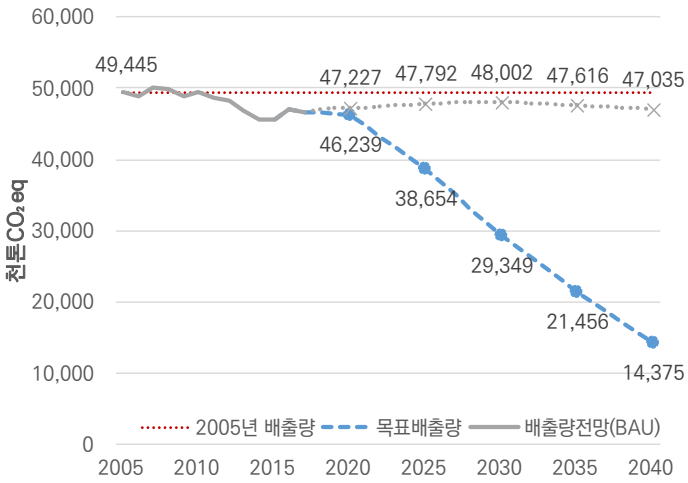
다. 녹색성장 주요 지표 요약

1) 온실가스 배출량

□ **2040년 14,375천톤CO_2eq 배출 목표**

○ 앞서 제시한 수요관리 및 공급 목표를 달성하는 데 성공할 경우 온실가스 배출량은 지속적으로 감소해 2040년에는 2005년 대비 35,070천톤CO_2eq가 감축된 14,375천톤CO_2eq만을 배출할 것으로 전망

- 2005년 배출량 대비 2030년과 2040년 배출량은 각각 40%, 70% 감축



〈그림 7-1〉 온실가스 관리 목표

〈표 7-10〉 서울시 온실가스 배출량 관리 목표

(단위: 천톤CO_2eq)

연도	배출량 목표	2005년 대비 감축량	2005년 대비 감축률	BAU대비 감축량	BAU대비 감축률
2005	49,445	-	-	-	-
2020	46,239	3,206	6%	3,177	6%
2025	38,654	10,791	20%	10,791	22%
2030	29,349	20,096	40%	17,637	41%
2035	21,456	27,989	55%	25,771	57%
2040	14,375	35,070	70%	33,417	71%

2) 1인당 온실가스 배출량

□ **2040년 1인당 온실가스 배출량 1.59톤CO_2eq/인 예상**

○ 2040년 목표는 2005년 1인당 온실가스 배출량에 비해 2030년에는 36.9%, 2040년에는 67.8% 감소한 수준임

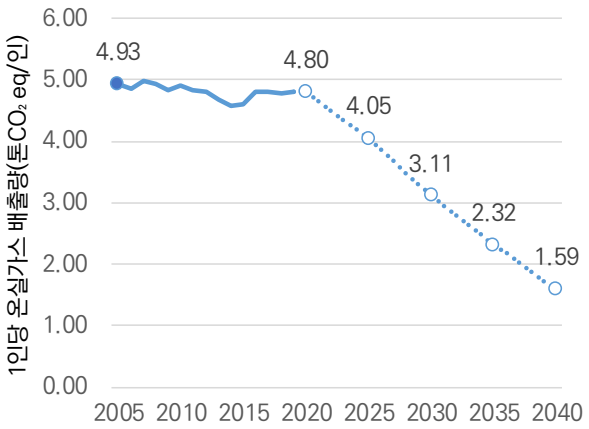
- 1인당 온실가스 배출량은 2005년 4.93톤CO_2eq/인에서 2040년에는 1.59톤CO_2eq/인으로 낮아짐

3) 온실가스 집약도

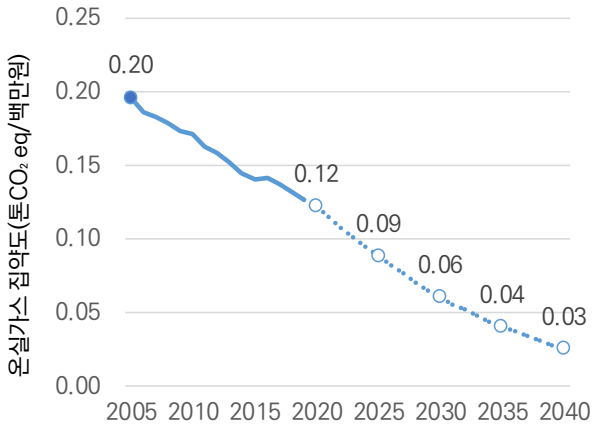
□ **2040년 온실가스 집약도 0.03톤CO_2eq/백만원 전망**

○ GRDP 대비 온실가스 배출량을 나타내는 온실가스 집약도는 2005년에 비해 2030년에는 69.2%, 2040년에는 87.1% 감소할 것으로 전망됨

- 온실가스 집약도는 2005년 0.20톤CO_2eq/백만원에서 2030년에는 0.06톤CO_2eq/백만원으로, 2040년에는 0.03톤CO_2eq/백만원으로으로 낮아져 저탄소경제에 돌입하게 될 것



〈그림 7-2〉 서울시 1인당 온실가스 배출량 전망



〈그림 7-3〉 서울시 온실가스 집약도 전망

〈표 7-11〉 1인당 온실가스 배출 및 온실가스 집약도 목표

년도	1인당 온실가스 배출량 (톤CO_2eq/인)	2005년 대비 1인당 온실가스 배출량	온실가스 집약도 (톤CO_2eq/백만원)	2005년 대비 온실가스 집약도
2005	4.93	100	0.20	100
2020	4.80	97.3	0.12	62.3
2025	4.05	82.1	0.09	45.2
2030	3.11	63.1	0.06	30.8
2035	2.32	47.0	0.04	20.6
2040	1.59	32.2	0.03	12.9

4) 1인당 에너지 소비

□ **2040년 1인당 에너지 소비량은 0.84TOE/인으로 2005년 대비 45% 감소**

○ 이는 2005년 1인당 에너지소비량에 비해 2030년에는 25.6%, 2040년에는 44.7% 감소한 수준임

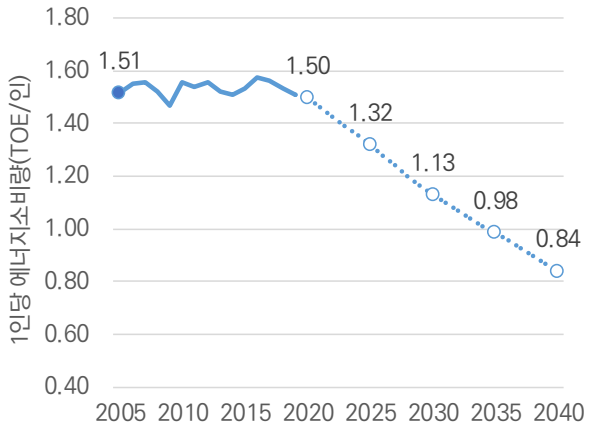
- 1인당 최종에너지소비량은 2005년 1.51 TOE/인에서 2040년에는 0.84 TOE/인으로 낮아짐
- BAU와 비교할 경우 2030년에 0.5TOE, 2040년에 0.8TOE 낮은 수치임

5) 에너지 원단위

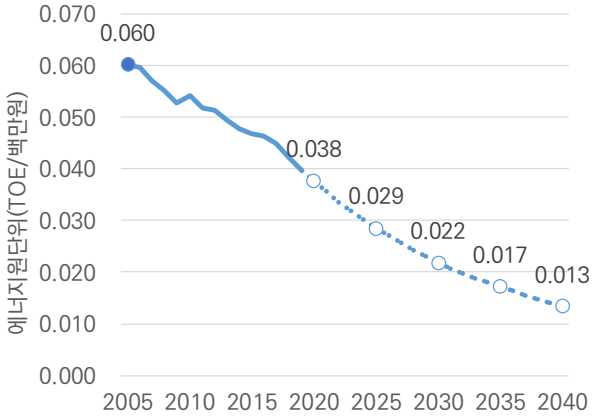
□ **2040년 에너지원단위 2005년 대비 77.8% 향상**

○ 앞서 제시한 사업들의 목표를 달성할 경우 서울시의 에너지원단위는 2005년에 비해 2030년에는 63.7%, 2040년에는 77.8% 향상될 것으로 전망됨

- 지역총생산 대비 에너지 소비량의 비율이 현저히 낮아져 저에너지 경계구조로 전환
- 지역총생산량 BAU대비 목표수요 절감률은 2030년에 32%, 2040년에 50%임



〈그림 7-4〉 1인당 에너지 소비량 전망



〈그림 7-5〉 서울시 에너지 원단위 전망

〈표 7-12〉 1인당 에너지 소비 및 에너지 원단위 목표

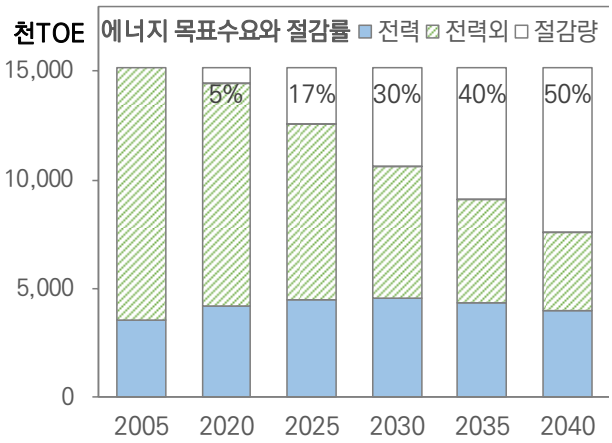
년도	1인당 에너지소비 (TOE/인)	2005년 대비 1인당 에너지소비	에너지원단위 (TOE/백만원)	2005년 대비 에너지원단위
2005	1.51	100	0.060	100
2020	1.50	98.84	0.038	63.24
2025	1.32	86.95	0.029	47.85
2030	1.13	74.45	0.022	36.27
2035	0.98	64.95	0.017	28.53
2040	0.84	55.32	0.013	22.23

6) 에너지 수요관리

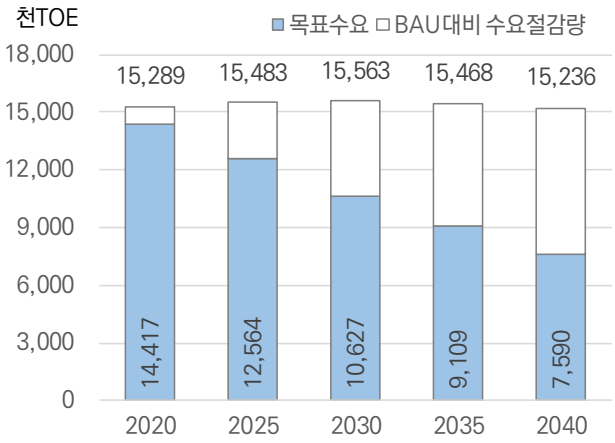
□ **2040년 서울시 최종에너지 소비량은 2005년 소비량 대비 50% 수준**

○ 서울시 최종에너지 소비량 목표는 2005년 대비 2040년까지 7,590천TOE로 앞서 제시한 사업들에 따라 수요관리가 이루어진다면 2005년 대비 2030년에 30%, 2040년까지 50% 절감할 수 있음

- BAU대비 목표수요 절감률은 2030년에 32%, 2040년에 50%임



〈그림 7-6〉 에너지 목표수요와 절감률



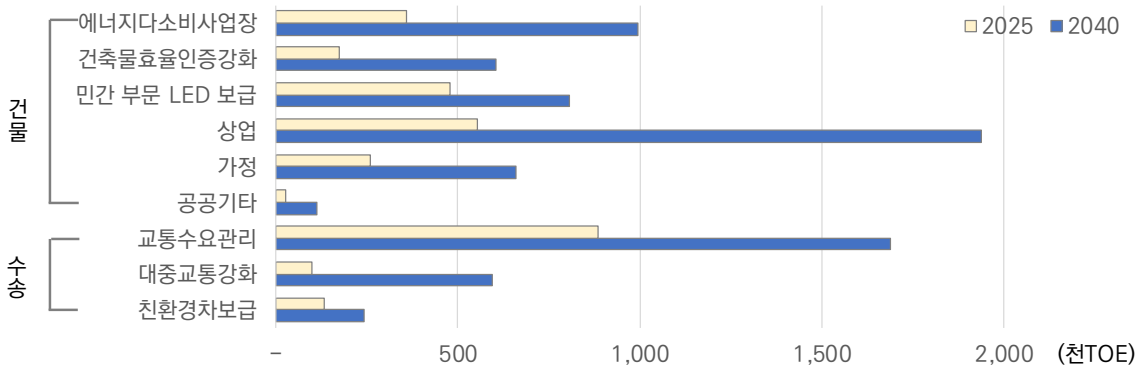
〈그림 7-7〉 BAU 대비 에너지 절감량 목표

□ 2040년까지 건물과 수송부문에서 7,647천 TOE 감축

○ 앞서 제시한 사업들의 목표를 달성할 경우 건물부문에서 2040년까지 5,119천TOE를 절감할 수 있음

- 2025년에는 상업부문의 상업건물 BRP, 민간부문 LED 보급, 에너지다소비사업장 순으로 절감량이 많으며 특히 상업건물 BRP는 2040년까지 가장 주요한 에너지 절감 수단임

○ 2040년까지 수송부문에서 절감할 에너지의 양은 2,527천TOE로 교통수요관리가 1,688천 TOE로 절감량의 67%를 차지할 것으로 기대됨



주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

〈그림 7-8〉 2025년과 2040년 수요관리 절감량 목표

〈표 7-13〉 에너지 수요관리 절감량 목표

(단위: 천TOE)

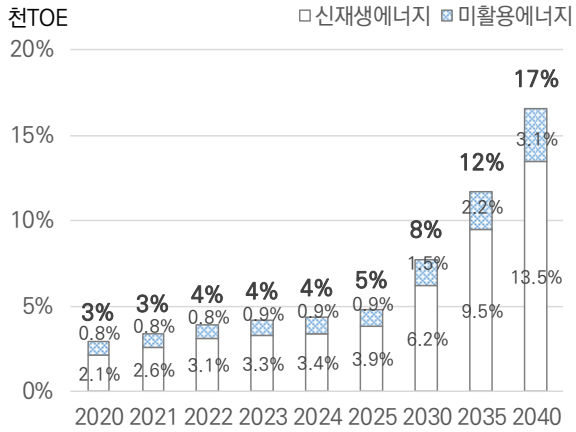
구분		2020	2025	2030	2035	2040
건물	에너지다소비사업장	65	360	608	817	994
	건축물효율인증강화	29	173	318	462	606
	민간부문 LED 보급	80	477	581	684	808
	상업	92	554	1,015	1,476	1,938
	가정	190	259	349	473	659
	공공·기타	5	27	48	75	114
교통	교통수요관리	385	885	983	1,210	1,688
	대중교통강화	-	99	300	540	595
	친환경차보급	11	134	242	288	244
합 계		858	2,967	4,442	6,027	7,647

7) 친환경에너지 공급

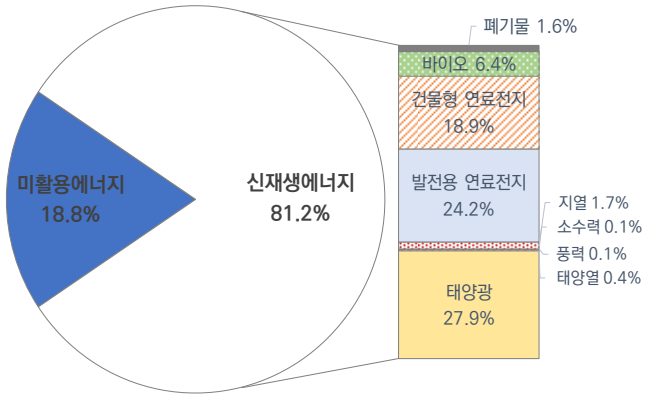
□ 2040년 신재생에너지 보급률 17% 달성

○ 앞서 제시한 개별사업들의 목표를 달성할 경우 신재생에너지 보급률은 2030년에 8%, 2040년에 17%가 될 것으로 예상됨

- 신재생에너지 보급률의 대부분은 태양광과 연료전지가 차지



〈그림 7-9〉 신재생에너지 보급률 전망



〈그림 7-10〉 2040년 신재생에너지 에너지 믹스 목표

〈표 7-14〉 신재생에너지 보급량 목표

(단위: TOE)

구분	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
신재생에너지	308,403	365,385	426,387	437,225	445,032	487,296	661,591	867,537	1,022,628
미활용에너지	114,712	115,450	116,187	116,925	117,662	118,400	163,525	198,957	236,010
합계 (신재생에너지 보급률)	423,115 (3%)	480,835 (3%)	542,574 (4%)	554,149 (4%)	562,695 (4%)	605,696 (5%)	825,116 (8%)	1,066,494 (12%)	1,258,638 (17%)

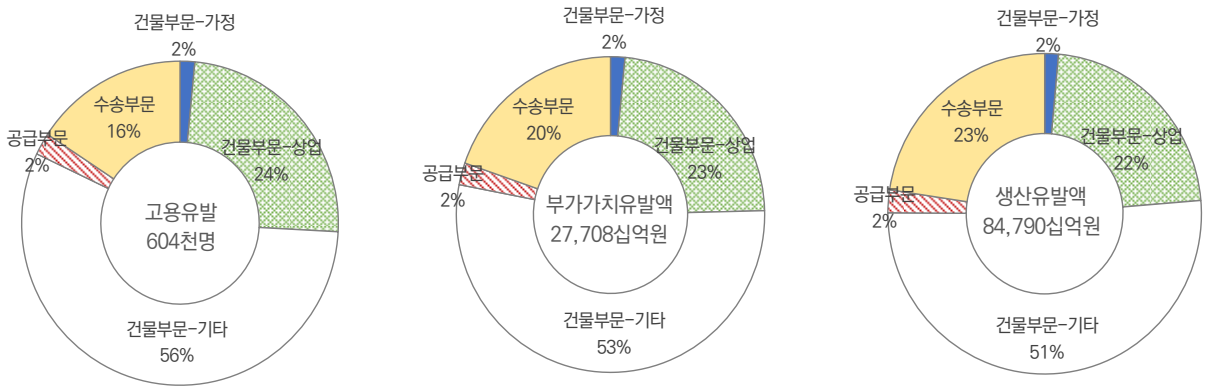
8) 경제효과

□ **2021년부터 2025년까지 고용유발 604천명, 부가가치유발 27,708십억원, 생산유발 84,790십억원 달성**

○ 같은 기간 고용유발효과는 건물부문에서 496천명, 수송부문에서 95천명, 에너지 공급 부문에서 13천명 발생할 것으로 예상

○ 부가가치유발액은 건물부문 21,622십억원, 수송부문 5,458십억원, 에너지 공급 부문 628십억원 예상

○ 생산유발액은 건물부문 63,671십억원, 수송부문 19,174십억원, 에너지 공급 부문 1,945십억원으로 예상



〈그림 7-11〉 녹색성장 추진사업 부문별 경제효과(2021-2025)

〈표 7-15〉 서울시 녹색성장 추진사업 부문별 경제적 효과(2021-2025)

구분		고용유발효과 (명)	부가가치유발효과 (백만원)	생산유발효과 (백만원)
건물부문	가정	9,055	414,885	1,198,715
	상업	147,132	6,405,827	18,878,938
	기타	339,448	14,801,678	43,593,119
수송부문		95,251	5,457,778	19,174,265
에너지 공급 부문		13,302	627,999	1,944,943
합계		604,188	27,708,166	84,789,980

참 고 문 헌

참고문헌

- BP, 2019, Statistical Review of World Energy
- IEA, 2019, World Energy Balance 2019
- 관계부처합동, 2019, 제3차 녹색성장 5개년계획
- 김인호, 2012, 도시의 숲과 녹색복지거점 구축방안, 도시문제, 47권 521호, p24-28
- 녹색기술센터, 2018, 녹색기후기금(GCF) 활용방안 및 제안서 작성 가이드라인
- 산업통상자원부, 2019, 제3차 에너지기본계획
- 매일경제 보도자료, 지구촌 '살인더위'... 日 143년 만에 최고
  (https://www.mk.co.kr/news/society/view/2018/08/484019/)
- 서울시 보도자료, 2018.08.06., "폭염 속 정전사태 벌어지는데…서울 대형건물 에너지 소비 여전".
- 서울시 보도자료, 2019.10.29., "서울시, 2018년 대형 건물 에너지 소비 순위 공개".
- 서울시, 2012, 원전하나줄이기 종합대책
- 서울시, 2014, 녹색복지 기준 및 지표수립 마련
- 서울시, 2014, 저탄소 녹색성장을 위한 '에너지살림도시, 서울' 종합 계획
- 서울시, 2015, 제2차 지방녹색성장 추진계획
- 서울시, 2017, 2차 수도권대기환경관리 기본계획 변경에 따른 서울특별시 시행계획 변경수립 보고서
- 서울시, 2017, 서울특별시 기후변화대응 종합계획 수립연구
- 서울시, 2019, 2017년 온실가스 인벤토리 조사결과
- 서울시, 2019, 2019년 전기 · 수소차 보급 및 인프라 확충 계획
- 서울시, 2020, 서울시 지역에너지계획 2040
- 서울시, 2020, 온실가스 감축정책 효과측정 방안수립
- 에너지경제연구원, 2018, 에너지통계연보
- 제주특별자치도, 2019, 제주특별자치도 제3차 제주형 저탄소 녹색성장 5개년(2019~2023) 계획 수립용역
- 에너지경제연구원, 개별년도, 지역에너지통계연보
- 통계청, 2017, 장래인구추계 시도편: 2015~2045년
- 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계
- 한국에너지공단, 2019, 2018년 에너지사용량통계
- 한국에너지공단, 2019, 신재생에너지보급통계

- 허태욱, 2018, 사회-기술 시스템 전환과 서울시 환경에너지 거버넌스: ‘원전하나줄이기’ 사례, NGO연구, 13(1): 27-68.
- 환경부, 개별년도, 환경산업통계조사보고서
- 환경부, 2019, 2019년 국가 온실가스 인벤토리(1990~2017)

- 국가통계포털, http://kosis.kr
- 서울시 승용차 마일리지 홈페이지, https://driving-mileage.seoul.go.kr/
- 서울연구데이터서비스, http://data.si.re.kr
- 서울시 열린데이터광장, https://data.seoul.go.kr/
- 서울시 홈페이지 교통부문, http://news.seoul.go.kr/traffic
- 서울에너지드림센터, http://www.seouledc.or.kr
- 통계청, http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action

연 구 총 괄			조 항 문

(제1권) 제5차 서울특별시 지역에너지계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	유 정 민		황 인 창
	김 고 운		홍 상 연
	류 주 현		남 현 정
			이 성 옥
외 부 연 구 진		에너지경제연구원	오 세 신
		한양대학교	고 준 호
		녹색교통운동	송 상 석
		서울대학교 환경대학원	손 원 익
시민워크숍운영			
한국퍼실리테이터연합회	서 은 덕	코리아스픽스	이 병 덕
코리아스픽스	유 은 영	코리아스픽스	임 동 일
(제2권) 해외도시 에너지계획 사례			
서울대학교 환경대학원	김 혜 승		박 정 민
	타카노 사토시		리 금 강
(제3권) 서울시 수송부문 에너지 사용 현황			
		녹색교통운동	송 상 석
(제4권) 서울시 저탄소 녹색성장 추진계획			
연 구 책 임		서울연구원	조 항 문
연 구 진	김 묵 한		유 정 민
	황 인 창		홍 상 연
	류 주 현		이 성 옥
외 부 연 구 진		경북대학교	허 태 욱
		서울대학교 환경대학원	손 원 익

연 구 자 문 단			
서울대학교 환경대학원	윤 순 진	동국대학교 다르마칼리지	박 진 희
한화큐셀&첨단소재	정 규 창	RE도시건축 연구소	추 소 연
녹색교통운동	송 상 석	기후변화행동연구소	박 현 정
녹색전환연구소	이 유 진	에너지기후정책연구소	한 재 각
경북대학교	진 상 현	지역에너지전환전국네트워크	류 홍 번

출판물명	지방녹색성장 추진계획
판 사 항	초판 1쇄(2020년)
발 행 인	서울특별시장 박원순
발 행 처	서울특별시 기후환경본부
주 소	서울시 중구 덕수궁길 15
전 화	02-2133-3553
판매가격	비매품
발간등록번호	51-6110000-001220-13
ISBN	979-11-6161-931-6
	979-11-6161-927-9 (세트)
연구기관	서울연구원

본 제작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.