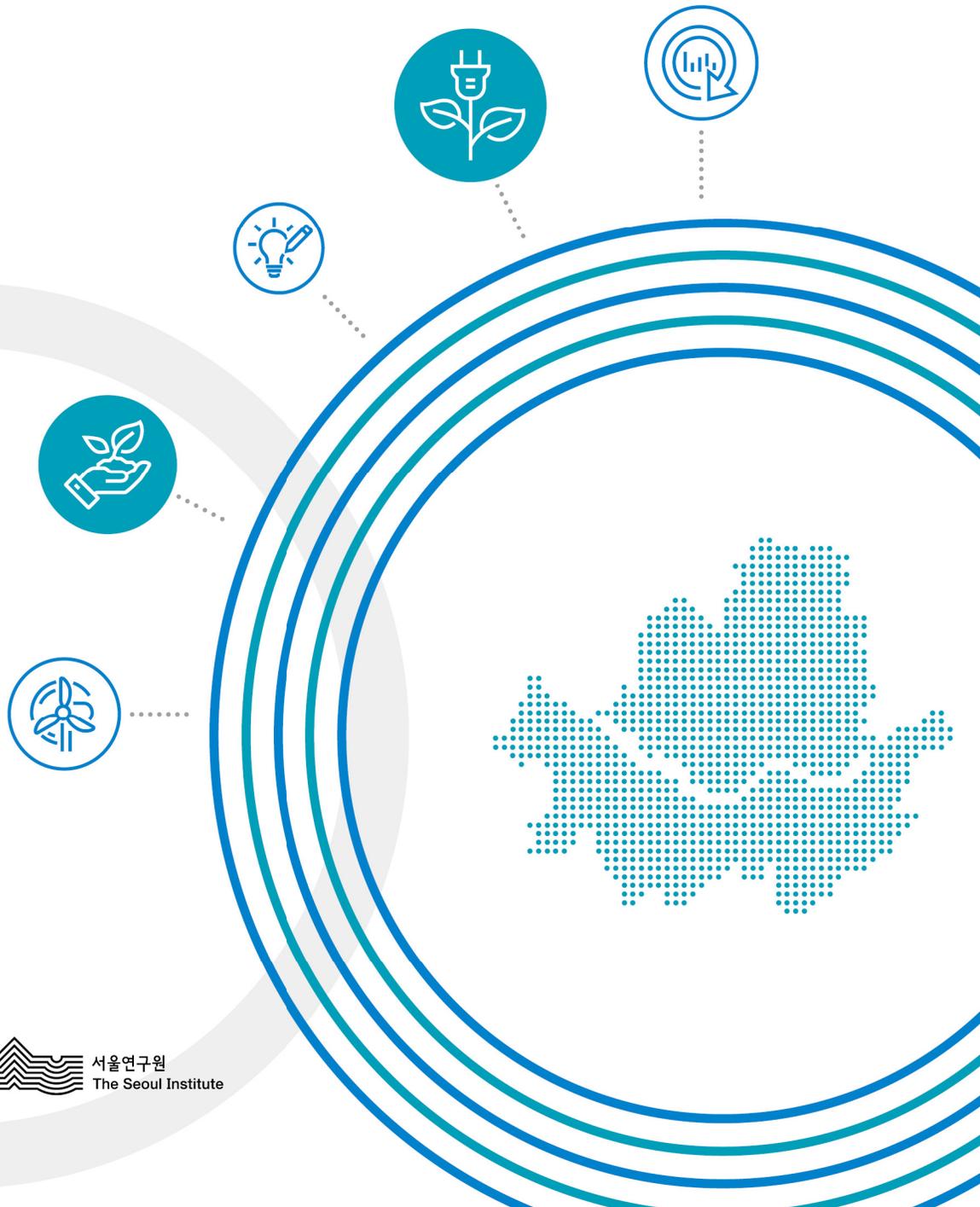


발 간 등 록 번 호

51-6110000-001220-13

제5차 서울특별시 지역에너지계획 요약보고서

2020~2040



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

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 기초를 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: 1차에너지¹⁾, 등가1차에너지²⁾, 최종에너지³⁾
- 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 현황⁴⁾

- 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 현황⁵⁾

- 우리나라는 세계 1차 에너지 공급 믹스와 비교할 때 원자력과 석유의 비중이 높으며 가스 및 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 11.1백만TOE이며, 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 |
|------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|--------|
| 세계 | 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%) |
| 한국 | 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%) |
| 서울 | 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)

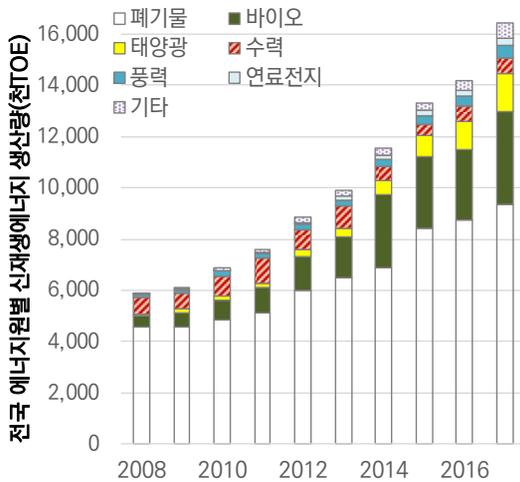
3) 신재생에너지 생산 현황

□ 국가 신재생에너지 생산량

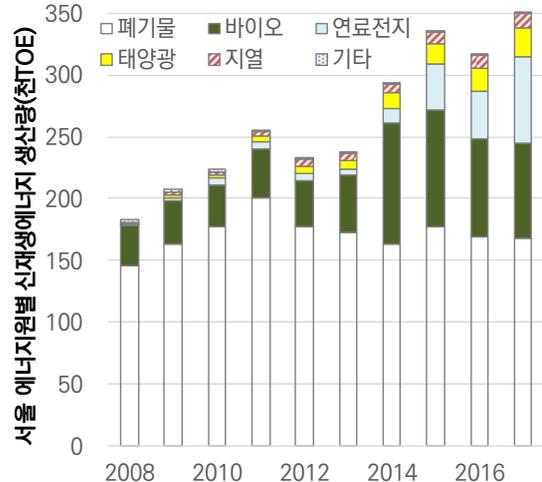
- 2017년 기준 국내 신재생에너지 생산량은 약 16,448천TOE이며, 이는 총 1차 에너지 공급의 5.45%에 해당함⁶⁾
- 폐기물 에너지가 56.9%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 바이오(21.9%)와 태양광 (9.2%) 순임

□ 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 |

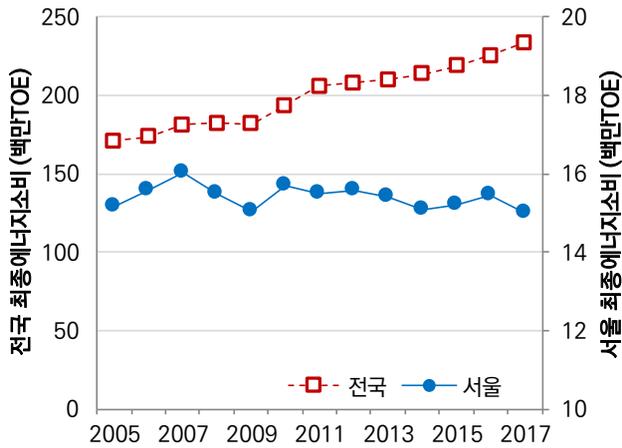
자료: 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

6) 한국에너지공단, 2018, 신재생에너지보급통계

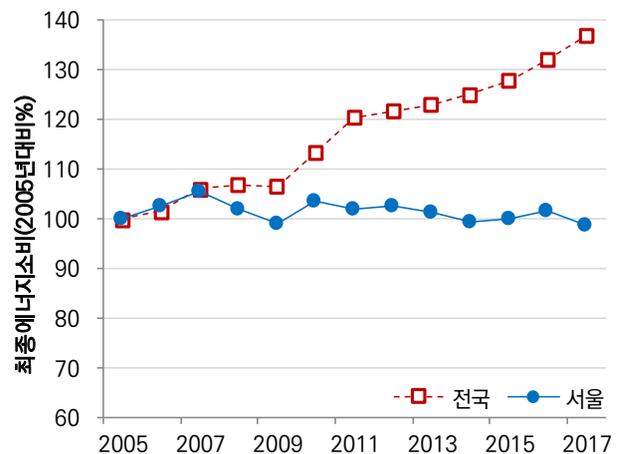
4) 에너지 소비 현황

□ 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 열에너지 소비량을 서울연구원에서 직접 조사한 자료를 적용한 값
자료: 지역에너지통계연보

〈표 6〉 2005년 대비 최종에너지 소비량 비율

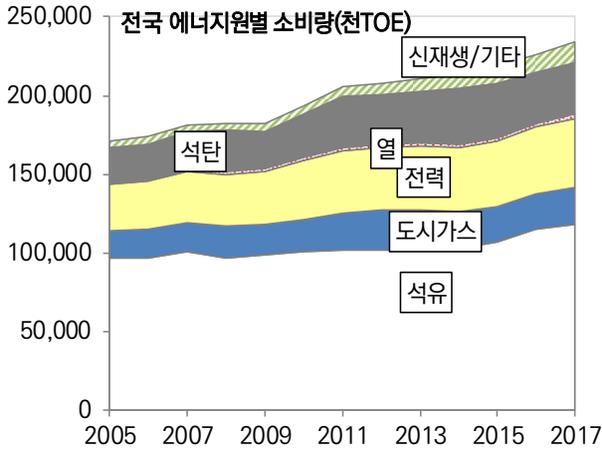
(단위: %)

| 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 |

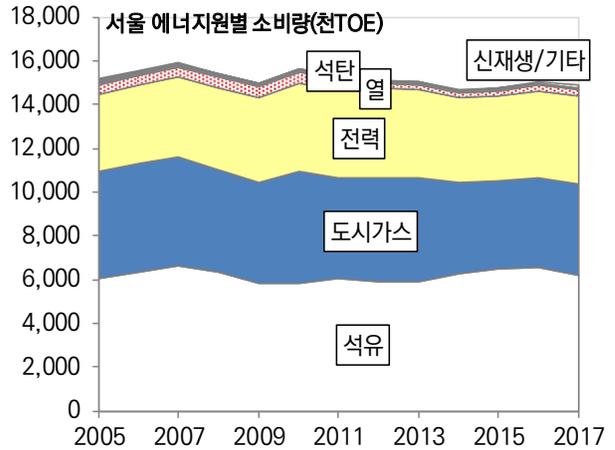
자료: 지역에너지통계연보

□ 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



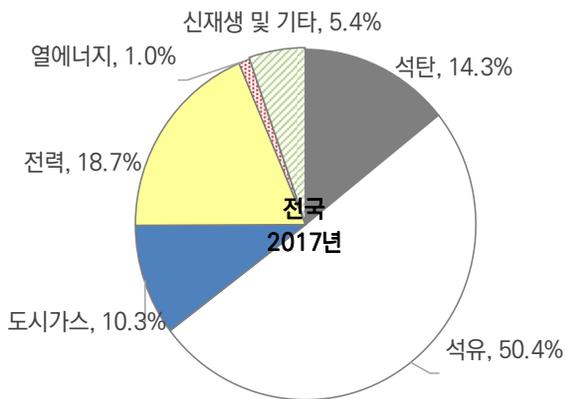
〈그림 6〉 서울 에너지원별 소비량 변화

〈표 7〉 서울시 에너지원별 사용량 변화

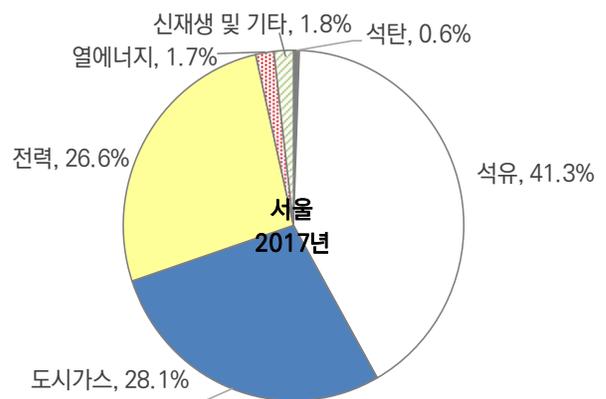
| | 석탄 | 석유 | 도시가스 | 전력 | 열에너지 | 신재생 및 기타 | 합계 |
|------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|--------|
| 2005 | 165 | 6,037 | 4,912 | 3,485 | 487 | 94 | 15,182 |
| 2017 | 83 | 6,185 | 4,205 | 3,982 | 261 | 275 | 14,990 |
| 변화율 | 49.7% ↓ | 2.5% ↑ | 14.4% ↓ | 14.3% ↑ | 46.4% ↓ |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



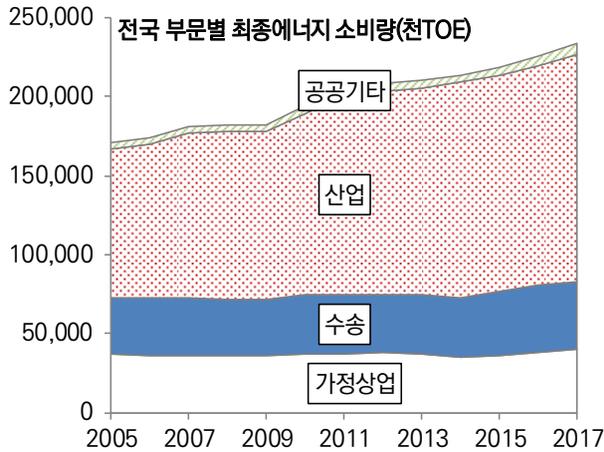
〈그림 7〉 전국 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)



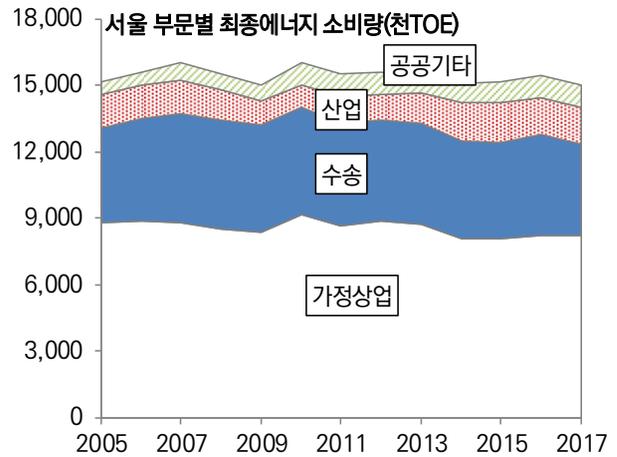
〈그림 8〉 서울 최종에너지소비 에너지원별 비율(2017)

□ 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

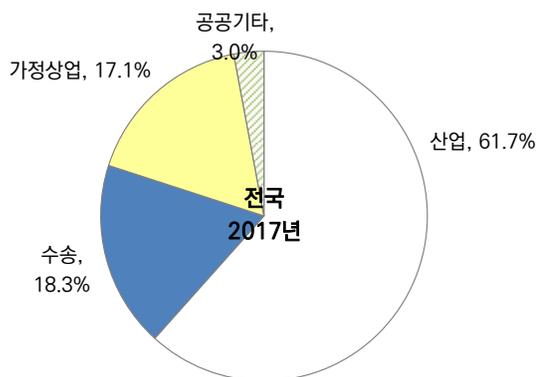
〈표 8〉 서울시 부문별 최종에너지 사용량 변화

(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)

- 2017년 서울시 온실가스 배출량은 46,685천톤CO₂eq로 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

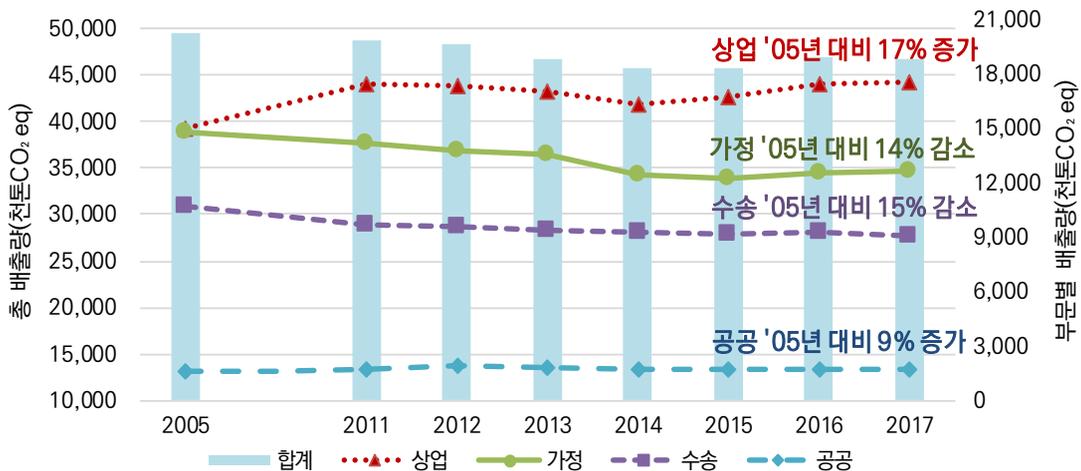
〈표 9〉 서울시 온실가스 부문별 배출현황

(단위: 천톤CO₂eq, %)

| 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

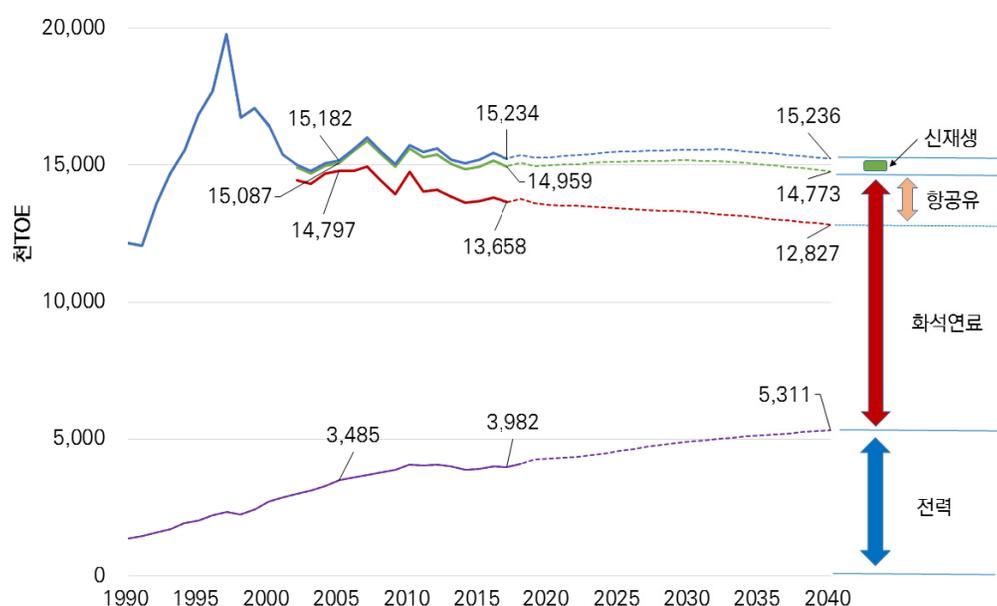
- 다중회귀분석은 경제이론에 기초해 종속변수와 설명변수(종속변수에 영향을 미치는 요소)들 사이의 관계를 추정하고 이를 통계적으로 검증하는 방법임

□ 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



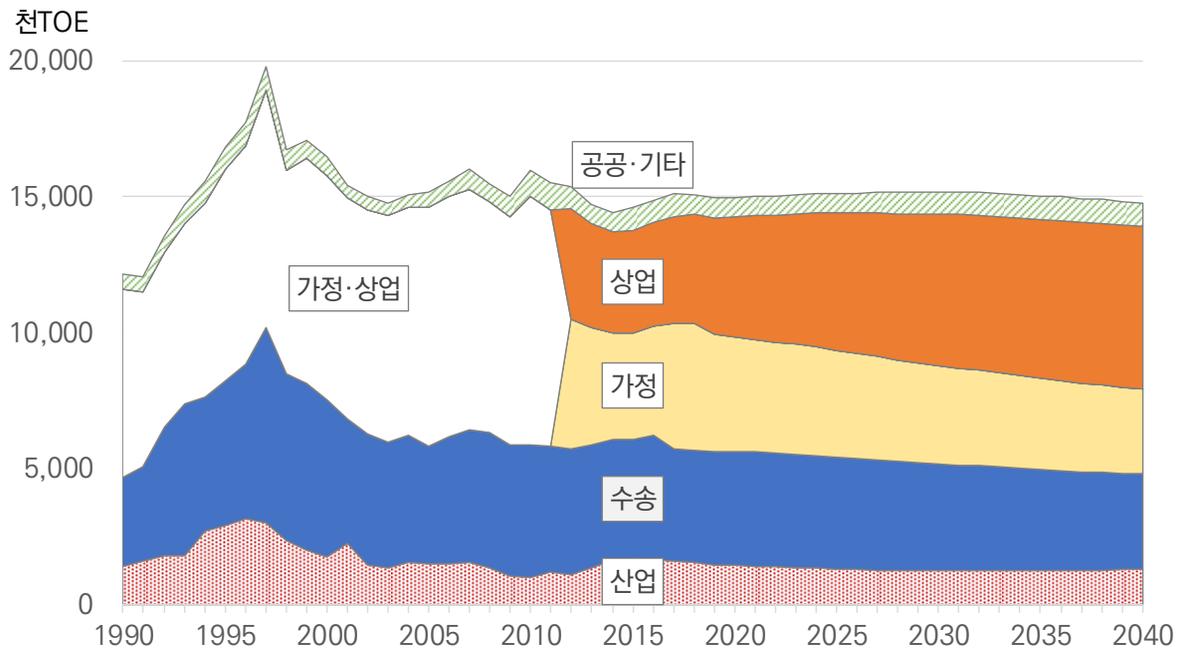
〈그림 14〉 최종에너지 수요 전망(BAU)

- 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 |

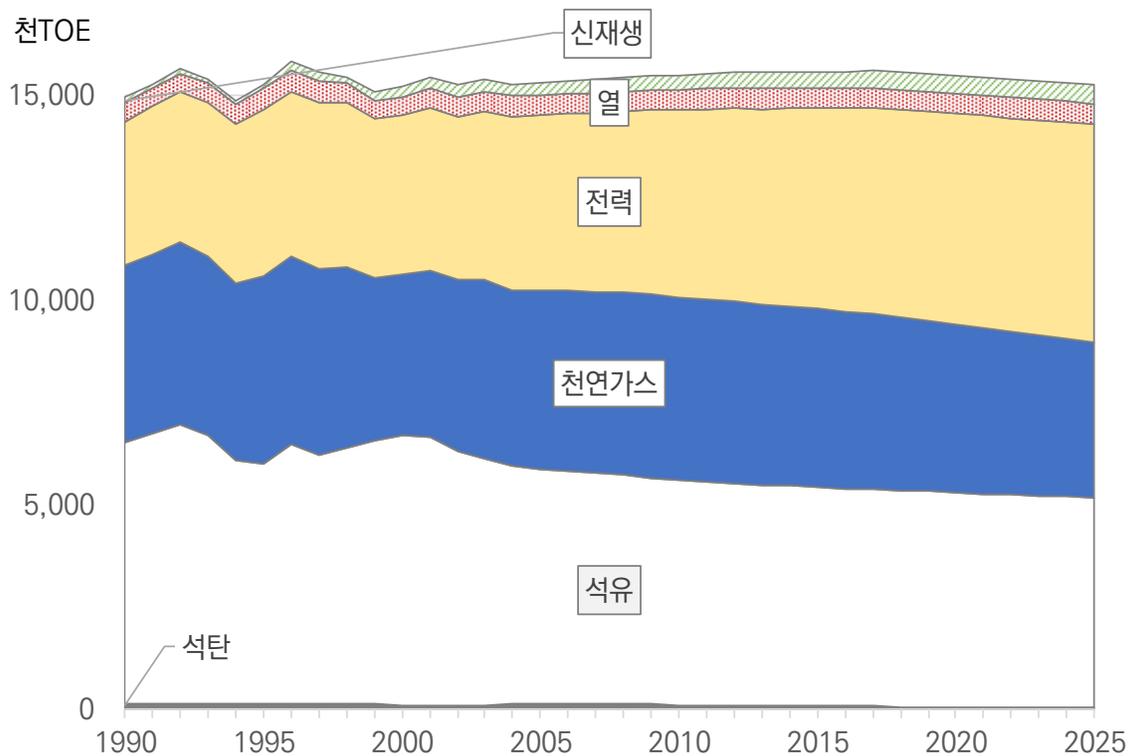
주: 2005년은 지역에너지통계연보에서 가정과 상업부문 미구분. 2005년 제외 부문별 신재생에너지 소비는 반영하지 않음

- 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 도시가스와의 대체관계이기 때문에 열에너지 수요가 증가하는 만큼 도시가스 수요는 감소할 것. 지역난방 공급지역 확대에 의한 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)

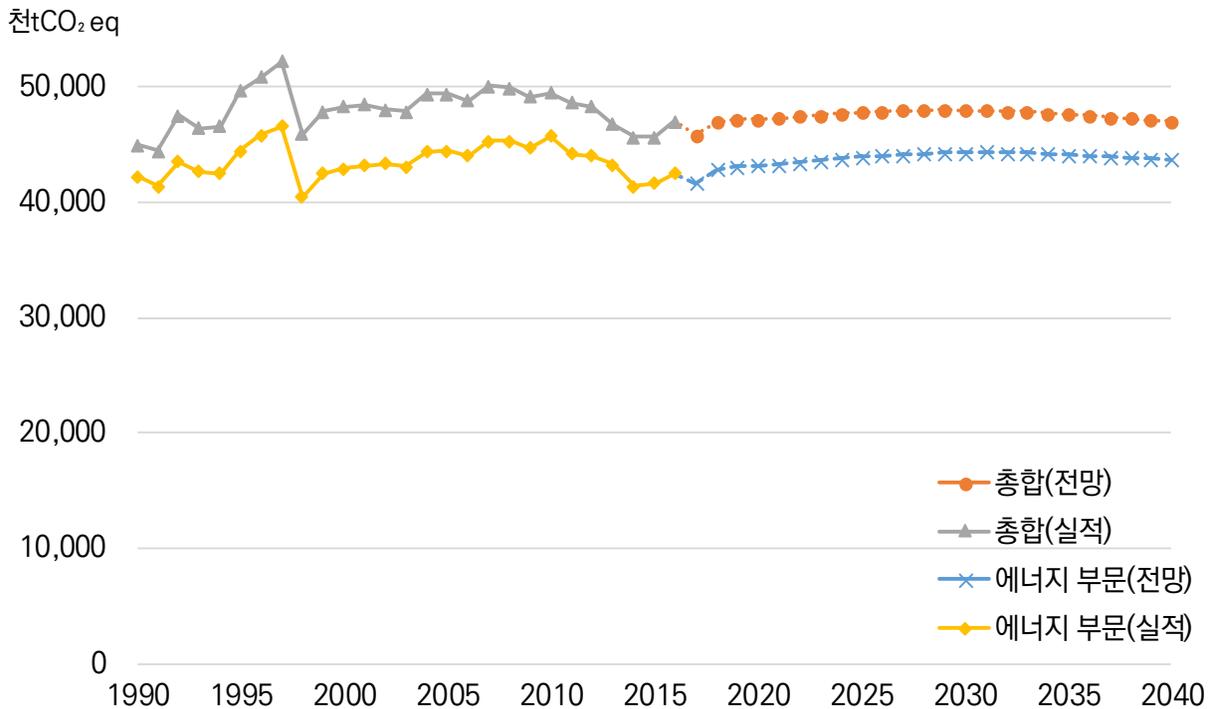
| 연도 | 석탄 | 석유 | 천연가스 | 전력 | 열 | 신·재생 | 합계 |
|------|-----|-------|-------|-------|-----|------|--------|
| 2005 | 165 | 6,038 | 4,912 | 3,485 | 487 | 95 | 15,182 |
| 2017 | 83 | 6,185 | 4,206 | 3,982 | 503 | 275 | 15,234 |
| 2020 | 114 | 5,752 | 4,344 | 4,278 | 496 | 305 | 15,289 |
| 2025 | 102 | 5,497 | 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 47,035천톤CO₂eq로 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)

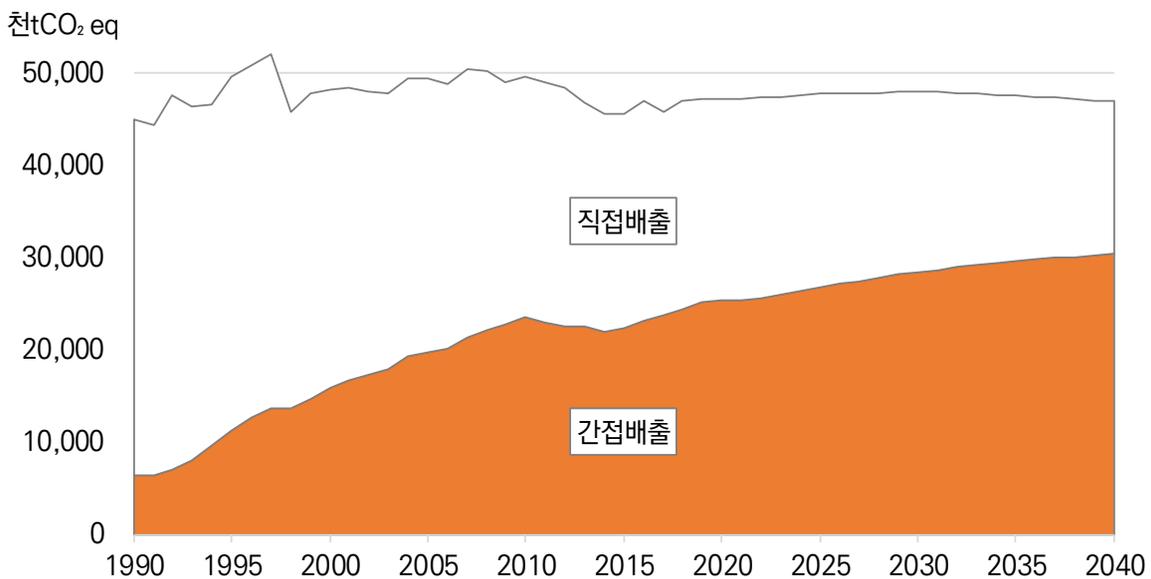
(단위: 천톤CO₂eq)

| 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 지역에너지 계획 등은 시민참여 과정을 통해 설정된 정책으로 시민참여형 지역에너지 정책추진이 확산되고 있음

○ 시민참여형 에너지계획 수립의 한계와 시사점

- 대체로 소규모 영역의 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 |
|--------|---|---|---|
| 일시 | 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°C의 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 만들어가기 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°C 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°C 목표 지지의견을 반영하여 최종에너지 소비 목표 설정
 - 워크숍 사전 조사에서 국제사회가 온실가스 감축을 통해 지구 평균 기온 상승을 1.5°C 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

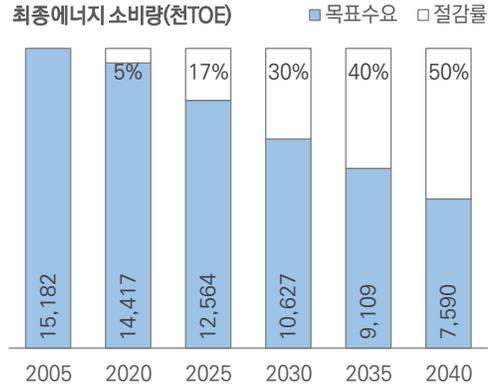


〈그림 19〉 비전과 목표 체계

□ 주요 목표

○ 에너지 소비량 절감

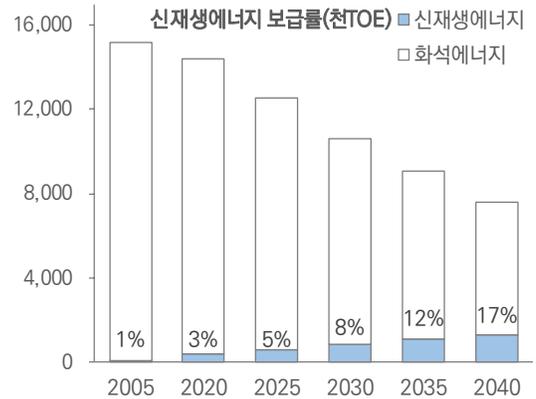
- 2040년까지 50% 절감(2005년 소비량 기준)
- 2030년까지 30% 절감
- 2025년까지 17% 절감



〈그림 20〉 에너지 소비량 절감 목표

○ 신재생에너지 보급률⁸⁾

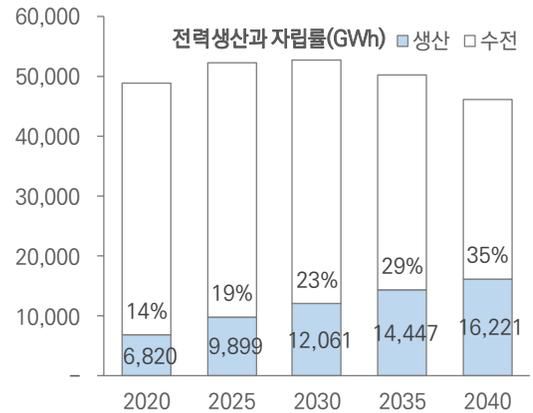
- 2040년까지 최종에너지 소비량의 17% 생산
- 2030년까지 최종에너지 소비량의 8% 생산
- 2025년까지 최종에너지 소비량의 5% 생산



〈그림 21〉 신재생 에너지 보급률 목표

○ 전력자립률

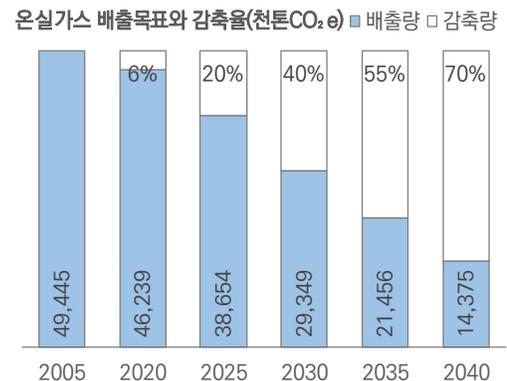
- 2040년까지 전력소비량 대비 35% 생산
- 2030년까지 전력소비량 대비 23% 생산
- 2025년까지 전력소비량 대비 19% 생산



〈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 함의



〈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 것임⁹⁾

- 서울시 온실가스 70% 감축을 하기 위한 화석연료와 전기(그리드) 사용량을 구하고(약 6,300천 TOE), 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%) |

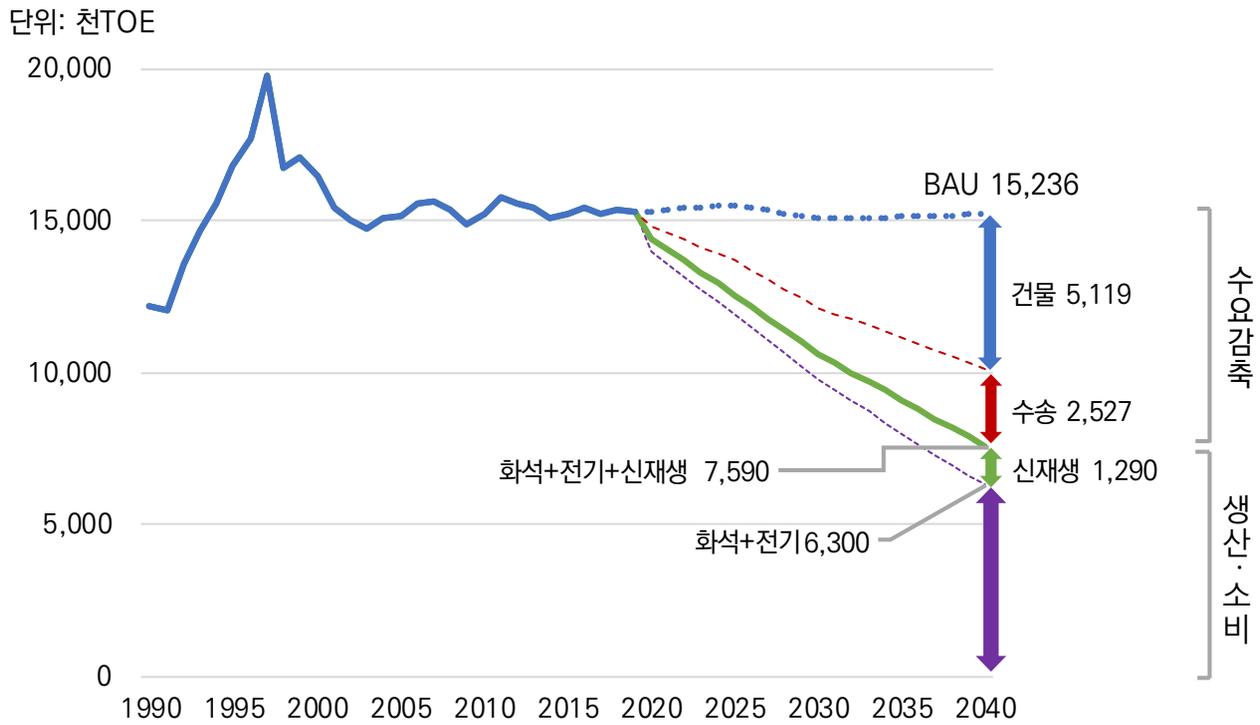
주: 절감량에서 음수(-)는 증가를 의미, 2005년 자료는 실측치

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

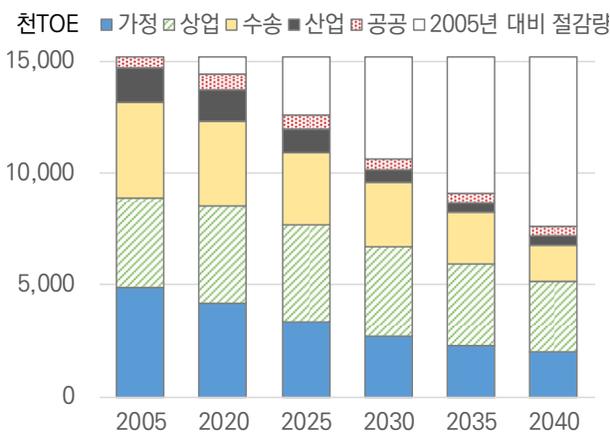
2) 목표 에너지 사용량 달성 방안

□ 부문별 에너지 효율화와 신재생에너지 확대

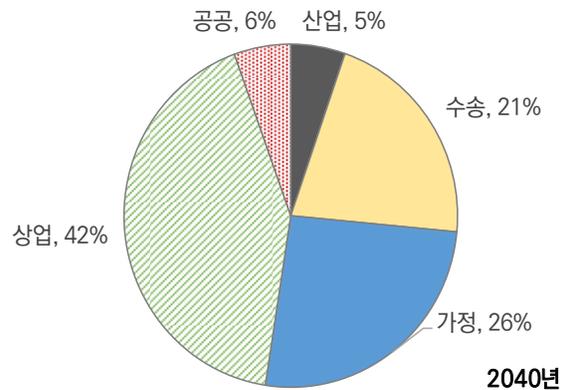
- 건물에너지 효율화를 통해 5,119천TOE, 수송부문 효율 개선을 통해서 2,527천TOE 절감
- 신재생에너지는 1,290천TOE 생산하는 것을 목표로 함



〈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 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(대지

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

□ 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 용자금을 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(160kWh/m²)에서 1+ 등급 수준(90kWh/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(kWh/m²)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 13.2MW의 수요반응자원 운영 중이며 2025년 100MW 확대 계획 중
 - 2019년 서울시의 20개소 공공건물 및 사업소에 6.4MW, 서울에너지공사는 18개소 공공건물 및 공동주택 6.8MW의 수요반응자원을 운영하고 있음
 - 서울에너지공사는 2025년까지 100MW의 수요자원 기반 가상발전소 운영을 계획하고 있음

□ 서울시 수요자원 가상발전소 목표 설정

- 서울시는 2040년에 500MW의 수요자원 가상발전소 목표를 설정하였으며 9,675천TOE가 절감 될 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 추세임¹¹⁾

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 에너지자립마을을 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 km가 감축되어 9,929톤의 CO₂가 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 16.1km²에서 24.9~39.1km²으로 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 도시 철도 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

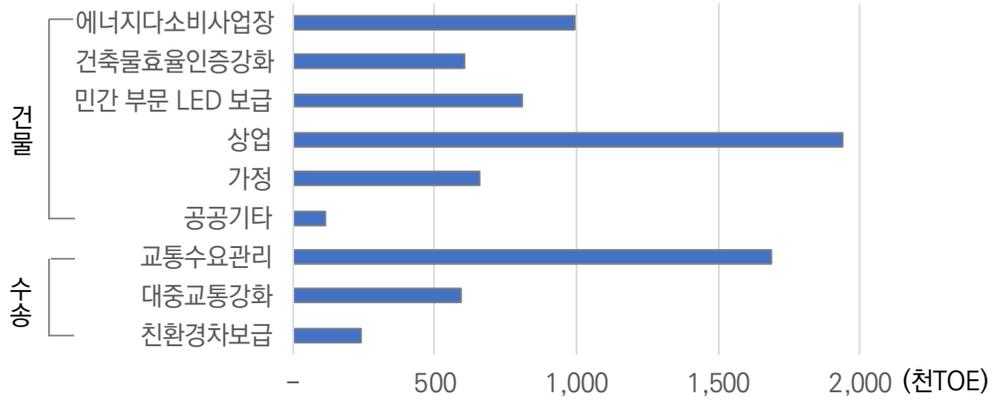
(단위: 천TOE)

| 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 |
| | | 건축물효율인 증 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 |
| | 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 18〉 수송부문 에너지 수요관리 절감 목표

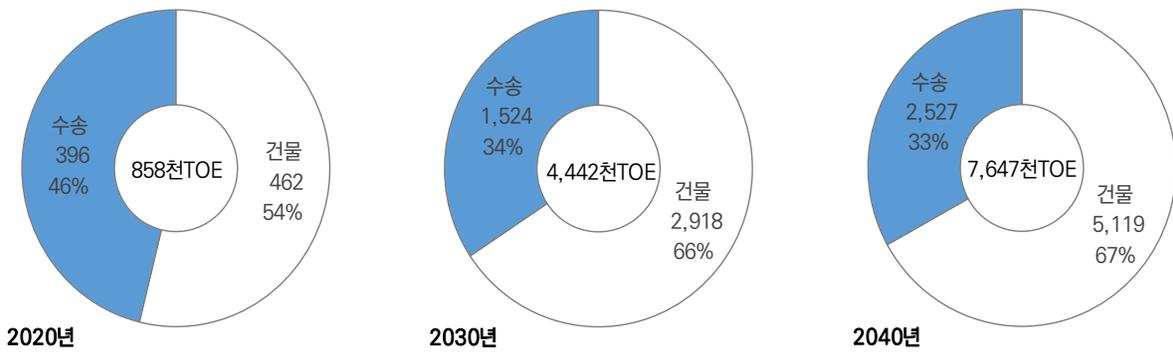
(단위: 천TOE)

| 구분 | | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|----------|----------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 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 |
| | | 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 |
| | | 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 |

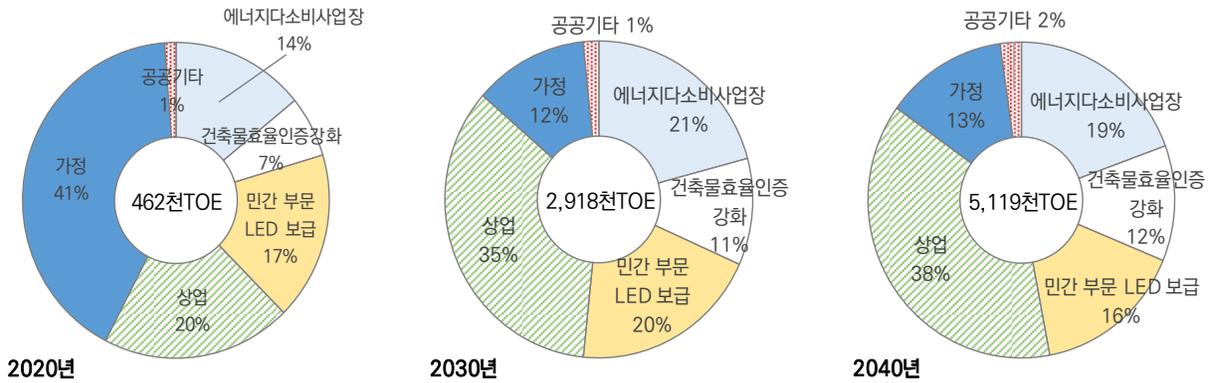


주: 공공기타는 공공부문 건물 BRP와 가정상업부문의 수요반응자원을 포함함

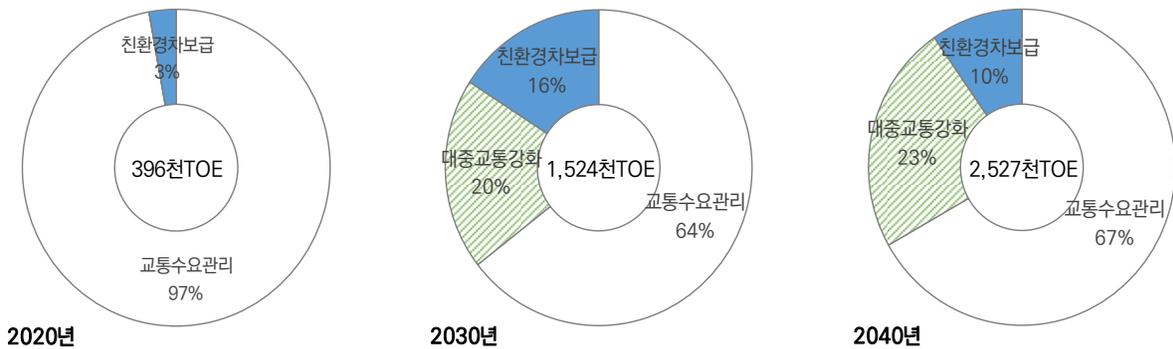
〈그림 28〉 2040년 수요관리 절감량 목표



〈그림 29〉 수요관리 비중 변화



〈그림 30〉 건물부문 수요관리 비중 변화



〈그림 31〉 수송부문 수요관리 비중 변화

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% 인하함¹²⁾
- 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 456.5kW의 소수력 발전 운영 중임
 - 향후 영등포·암사 정수센터(200kW), 잠실 수중보 복단 둔치(1,000kW)에 소수력 발전사업 추진 예정
- 2040년까지 3.06MW 보급, 9.38GWh 발전하여 최종에너지 807천TOE 절감 목표

□ 소규모 풍력

- 현재 서울시에는 113.7kW의 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 9.5MW 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 480MW보다 하향된 2040년 450MW

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 450MW로 목표 설정

□ 건물형 연료전지

- 건물형 연료전지는 2040년 350MW로 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 140MW, 2040년까지 350MW를 설치하는 것을 목표로 하여, 2040년 최종에너지 62.6천 TOE를 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 확대²⁰⁾

□ 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 집단 에너지를 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 |

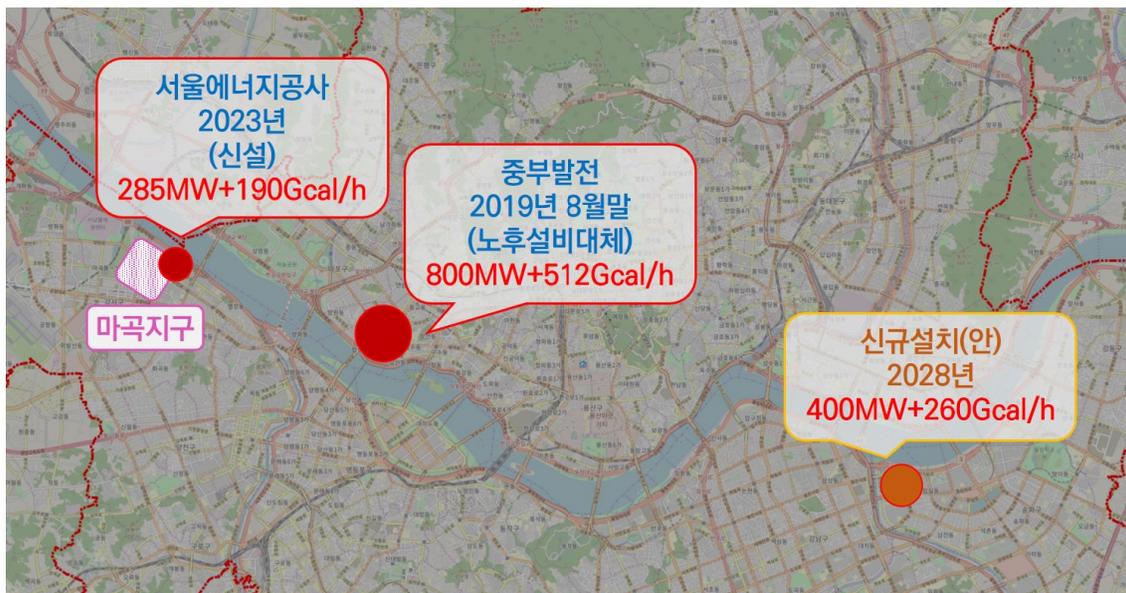
20) 자료: 한국지역난방기술주식회사, 2019, 서울시 집단에너지 인프라구축 및 신재생에너지 확대 기본계획 수립용역

□ 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 열 부하 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 신재생 에너지의 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

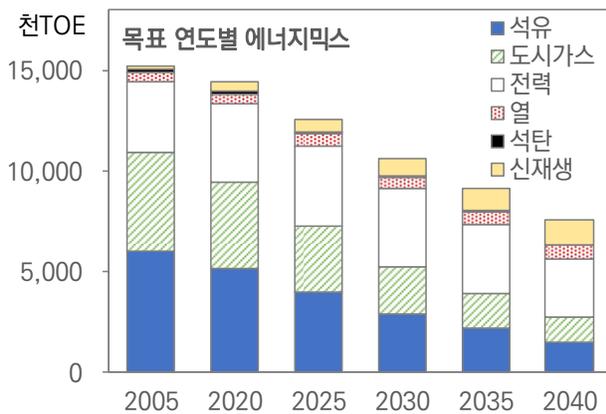
- 위례에너지서비스는 2019년 말 기준 50Gcal/h의 열량을 한국지역난방공사에 연계송열 중이며, 향후 100Gcal/h로 송열 가능(사업자 간 연계량 확대 가능)
- 하절기 집단에너지 3사의 저가열원으로 타 사업자 공급 여유용량이 있음

4) 주요 공급지표 요약

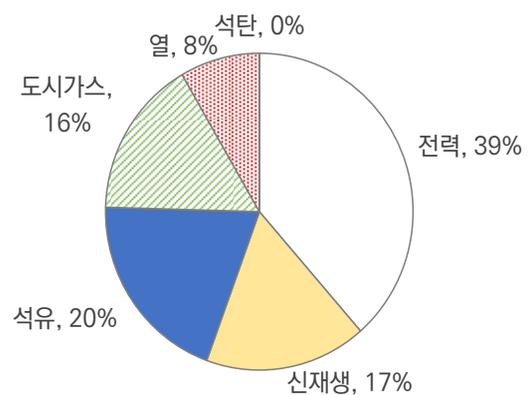
□ 2040년 신재생에너지 생산량 목표는 2,787천TOE(등가1차에너지²¹⁾), 전력생산량 목표는 16,221GWh로 설정함

○ 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 |
| | 폐열활용 | 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

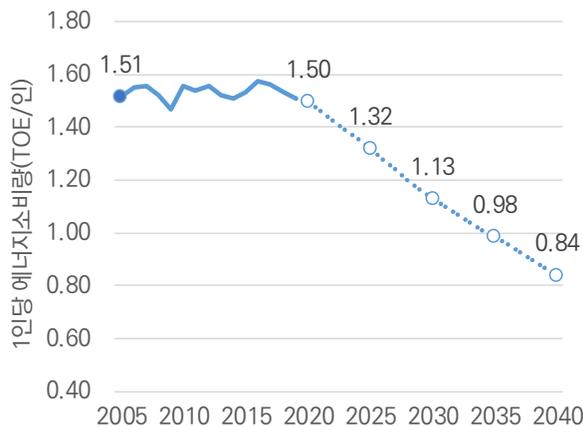
□ 2040년 1인당 에너지 소비량은 0.84 TOE/인으로 2005년 대비 45% 감소

- 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

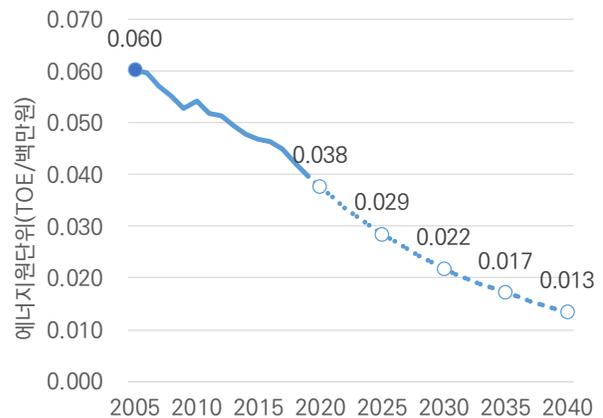
2) 에너지 원단위

□ 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

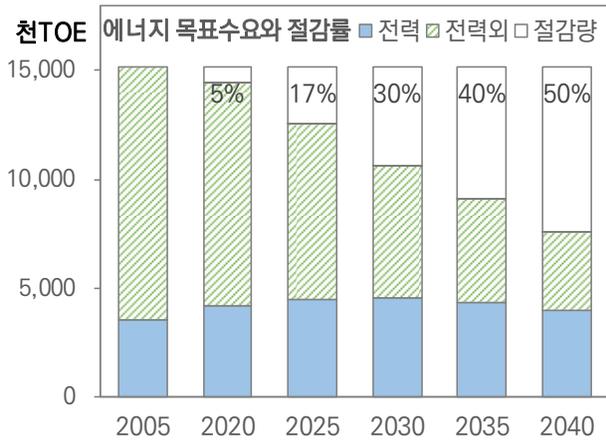
〈표 22〉 1인당 에너지 소비 및 에너지 원단위 목표

| 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 |

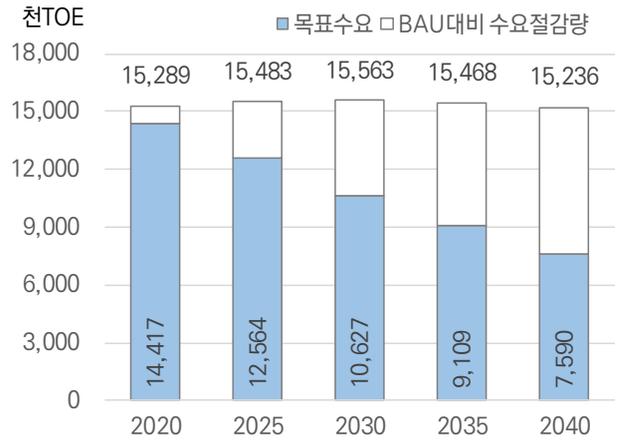
3) 에너지 수요관리

□ 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



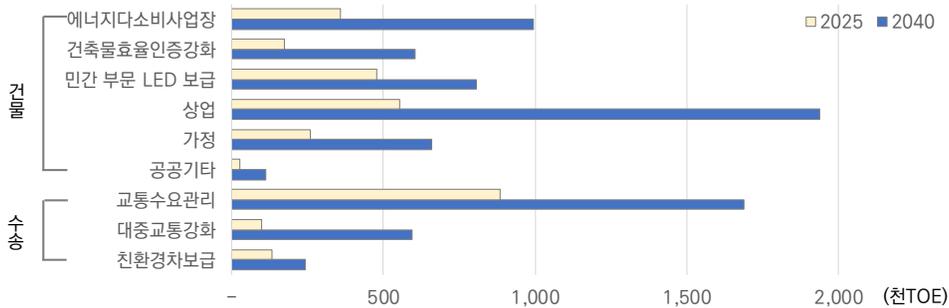
〈그림 37〉 에너지 목표수요와 절감률



〈그림 38〉 BAU 대비 에너지 절감률 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 1,688천 TOE로 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)

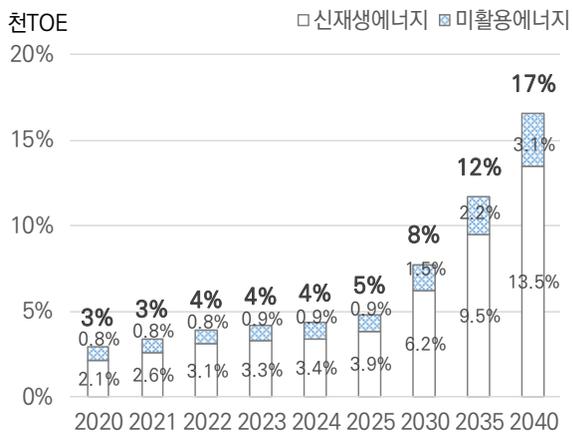
| 구분 | | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 |
|-----|--------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 건물 | 에너지다소비사업장 | 65 | 360 | 608 | 817 | 994 |
| | 건축물효율인증강화 | 29 | 173 | 318 | 462 | 606 |
| | 민간 부문 LED 보급 | 80 | 477 | 581 | 684 | 808 |
| | 상업 | 92 | 554 | 1,015 | 1,476 | 1,938 |
| | 가정 | 190 | 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

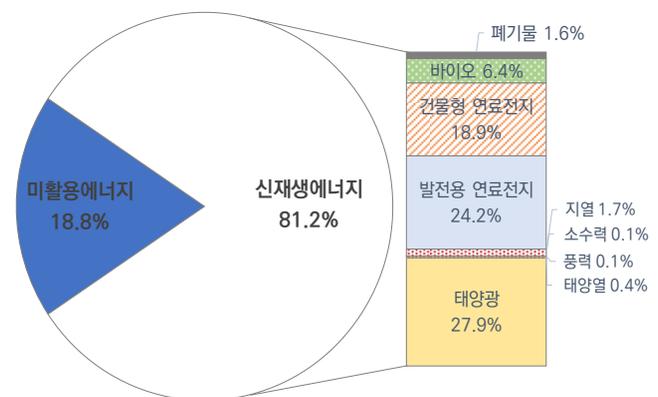
□ 2040년 신재생에너지 보급률 17% 달성

○ 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)

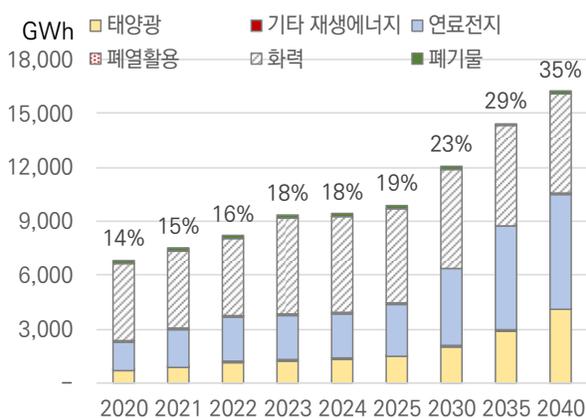
(단위: TOE)

| 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%) | |

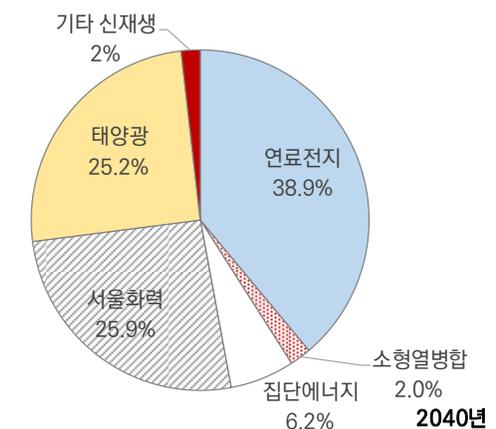
5) 전력자립률

□ 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

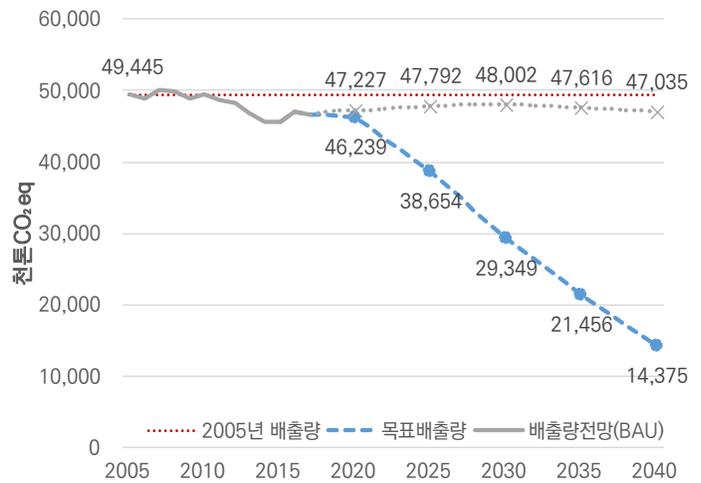
(단위: GWh)

| 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 14,375천톤CO₂eq 배출 목표

- 앞서 제시한 수요관리 및 공급 목표를 달성하는 데 성공할 경우 온실가스 배출량은 지속적으로 감소해 2040년에는 2005년 대비 35,070천톤CO₂eq가 감축된 14,375천톤CO₂eq만을 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: 천톤CO₂eq)

| 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 목 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 흥 번 |

| | |
|--------|---|
| 출판물명 | 제5차 서울특별시 지역에너지계획 요약보고서 |
| 판사항 | 초판 1쇄(2020년) |
| 발행인 | 서울특별시장 박원순 |
| 발행처 | 서울특별시 기후환경본부 |
| 주소 | 서울시 중구 덕수궁길 15 |
| 전화 | 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 저작물의 저작권 및 판권은 서울특별시에 있습니다.
