

수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획 추진을 위한  
**서울특별시 시행계획 변경계획**

2013. 3.

**서울특별시**

# 순 서

1. 대기환경 영향요인 현황 및 전망 분석 .....	1
2. 그동안의 시행계획 추진현황 .....	7
<input type="checkbox"/> 개    요 .....	7
<input type="checkbox"/> 추진실적('07~'10) .....	8
3. 기본계획의 변경 및 시행계획의 배출량 보정 .....	11
<input type="checkbox"/> 수도권 대기환경관리 기본계획의 변경 .....	11
<input type="checkbox"/> 부문별 주요대책의 보완사항 .....	12
<input type="checkbox"/> 대기오염물질별 배출량 보정 및 삭감목표 추정 .....	13
<input type="checkbox"/> 비산먼지 배출량 보완 .....	16
<input type="checkbox"/> 생물성연소 배출량 보완 .....	19
4. 서울시 시행계획 보완 .....	21
<input type="checkbox"/> 대기오염물질별 삭감목표 달성계획('11~'14) .....	21
<input type="checkbox"/> 도로이동오염원 관리대책 .....	23
<input type="checkbox"/> 비도로이동오염원 관리대책 .....	43
<input type="checkbox"/> 사업장 관리대책 .....	48

<input type="checkbox"/> 면오염원 관리대책 .....	51
<input type="checkbox"/> 에너지 관리대책 .....	56
<input type="checkbox"/> 비산먼지 및 신규배출원 관리대책 .....	59
<input type="checkbox"/> 기후변화 대응관련 대책 .....	61
<b>5. 대기오염물질별 삭감효과 .....</b>	<b>63</b>
<input type="checkbox"/> 질소산화물(NO <sub>x</sub> ) .....	63
<input type="checkbox"/> 황산화물(SO <sub>x</sub> ) .....	67
<input type="checkbox"/> 미세먼지(PM10) .....	69
<input type="checkbox"/> 휘발성유기화합물(VOC) .....	72
<b>6. 비용효과 분석 .....</b>	<b>75</b>
<input type="checkbox"/> 예산계획 .....	75
<input type="checkbox"/> 비용효과 분석 .....	77
<b>7. 시행계획 추진체계 .....</b>	<b>78</b>
<input type="checkbox"/> 정책수단별 이행 책임기관 .....	78
<input type="checkbox"/> 자체평가계획 .....	81

# 1. 대기환경 영향요인 현황 및 전망 분석

## □ 기상조건

- 지난 10년간 연평균 기상여건은 기온이 12.8°C이며 상대습도 62%, 강수량은 1,550mm, 풍속은 2.3m/s이었음.

<표 1-1> 서울시 연도별 기상개황(2001년-2010년)

구분	기온(°C)			상대습도 (%)	강수량 (mm)	풍속 (m/s)
	년평균	최고	최저			
2001	12.8	35.3	-18.6	67	1,386.0	1.8
2002	12.9	34.8	-12.0	62	1,388.0	2.1
2003	12.8	32.2	-15.5	65	2,012.0	2.0
2004	13.3	36.2	-16.7	62	1,499.1	2.4
2005	12.1	35.0	-14.0	60	1,358.4	2.5
2006	13.0	34.7	-14.1	61	1,681.9	2.4
2007	13.3	33.2	- 8.6	62	1,212.3	2.4
2008	12.9	35.4	-13.1	59	1,356.3	2.4
2009	12.9	34.4	-12.9	61	1,564.0	2.4
2010	12.1	33.8	-15.3	63	2,043.5	2.5
평균	12.8	34.5	-14.1	62	1,550.2	2.3

자료 : 서울특별시, 「서울통계연보」, 각 연도

- 2010년 강수량 2,043mm 중 33%인 671.5mm가 9월에 집중되었고, 여름철 3개월(7~9월)의 강수량이 1,509mm로 연간 강수량의 74%를 차지하였음
- 그리고 과거 10년간 평균 풍속은 2.3m/s이고, 봄철 풍속이 2.6m/s로 가장 빠르며, 서북서풍(WNW)이 가장 많은 것으로 나타남.

<표 1-2> 서울시 월별 및 계절별 풍속(2001년~2010년)

봄			여름			가을			겨울			평균
3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	1월	2월	
2.7	2.7	2.4	2.2	2.2	2.1	1.9	1.9	2.2	2.4	2.3	2.5	2.3
2.6			2.2			2.0			2.4			

자료 : 기상연보, 2001년~2010년, 기상청

## □ 인구현황

- 2010년 현재 서울은 전 국토 면적의 0.6%(605km<sup>2</sup>)에 불과하지만 인구는 10,312천명으로 전국 인구의 약 20.4% 비중을 차지하고 있으며, 인구밀도는 16,189명/km<sup>2</sup>로 전국 평균(486명/km<sup>2</sup>)의 33배 수준임

<표 1-3> 서울시 및 전국 인구, 인구밀도 현황(2010년)

구분	서울시	전국	서울시 비율(%)
인 구 ( 인 )	10,312,545	50,515,666	20.4
행정구역( km <sup>2</sup> )	605	100,033	0.6
인구밀도(인/km <sup>2</sup> )	16,188.9	485.6	-

자료 : 국가통계포털, <http://kosis.kr>

- 서울시 주민등록인구 기준에 따라 장래인구를 예측한 결과, 2014년 10,020천명으로 추계되었으며, 서울의 인구는 감소경향을 보이나 전국 인구 가운데 서울시의 인구비율은 여전히 20% 수준을 유지하는 것으로 추정되고 있음

<표 1-4> 서울시 및 전국 장래인구 추계결과

(단위 : 천명)

구 분	2011	2012	2013	2014
전국(A)	48,989	49,083	49,163	49,227
서울(B)	10,039	10,035	10,029	10,020
비율(B/A)	20.49%	20.45%	20.40%	20.35%

자료 : 국가통계포털, <http://kosis.kr>

## □ 교 통

- 자동차 등록대수는 1980년 20만대에서 1990년에 100만대를 초과하였으며, 2010년은 298만대로 약 15배 이상 증가하였으며, 최근에는 경유 레저(RV)차 등록대수가 2007년 301,439대에서 2010년 341,632대로 증가하고 있음.

<표 1-5> 연료별 자동차 등록대수

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010
휘발유	1,612,756	1,612,768	1,643,156	1,643,168	1,642,466	1,662,182
경유	826,058	848,001	867,892	858,970	854,325	862,564
LPG-CNG	367,083	392,872	418,855	442,144	450,944	448,097
하이브리드	0	0	0	1,430	3,133	4,644
기타	2,874	3,216	3,383	3,499	3,836	3,913
합계	2,808,771	2,856,857	2,933,286	2,949,211	2,954,704	2,981,400

- 주행속도는 대중교통체계 개편으로 인한 통행량 감소 등으로 2005년 22.9km/h에서 2009년 24.0km/h로 4.8% 증가한 수치를 보이고 있음

<표 1-6> 연도별 자동차 속도변화 추이

(단위 : km/h)

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010
전체	22.9	22.9	24.2	24.4	24.0	24.0
도심	14.0	14.4	16.7	16.7	16.0	16.6
외곽	23.5	23.5	24.7	24.9	24.5	24.5
버스	17.6	17.9	19.6	19.7	19.6	19.8

자료 : 서울시, 「2010년 서울시 차량통행속도」

- 연도별 차종별 총 주행거리 대부분의 차종에서 감소하는 추세를 보이고 있으나, 이와 달리 RV의 경우에는 증가하는 추세를 보이고 있음.

<표 1-7> 서울시 차종별규모별 총주행거리 변화추이

(단위 : 1,000km)

차 종	2005	2006	2007	2008	2009
승용차	27,502,676	27,402,973	25,722,150	22,744,985	23,148,512
택시	5,983,059	5,632,946	5,575,611	5,530,219	5,486,928
승합	3,886,567	3,590,185	3,487,793	3,198,454	3,100,048
버스	1,009,323	828,816	1,038,053	1,006,667	985,053
화물	9,960,963	9,793,220	8,851,102	7,648,108	7,430,340
특수	135,835	139,818	134,328	106,249	107,257
RV	4,345,496	4,762,719	5,825,243	5,601,042	5,868,705
전체 합계	52,823,919	52,150,677	50,634,280	45,835,725	46,126,843

- 서울시의 자동차 등록대수는 2014년까지 꾸준히 증가할 것으로 예상되며 연 평균 증가율은 약 1.4%의 증가율을 나타낼 것으로 예측되었고 이 가운데 승용차가 차지하는 비율은 2001년 68.8%에서 2014년 65.4%로 감소하고, RV는 3.7%(2001년)에서 16.3%(2014년)로 증가하는 것으로 전망되었음

<표 1-8> 서울시 장래 자동차 등록대수 예측

(단위 : 대)

구분	2011	2012	2013	2014
승용차	2,023,825	2,046,427	2,069,028	2,091,630
택시	73,688	74,016	74,344	74,673
승합차	151,775	143,504	135,234	126,964
버스	12,645	12,650	12,655	12,660
화물차	328,807	324,230	319,654	315,078
특수차	47,437	49,897	52,358	54,819
RV	429,574	460,432	491,289	522,146
합계	3,067,750	3,111,156	3,154,563	3,197,970

## □ 에너지

- 2005년 이후 2007년까지 에너지 이용량은 5.4% 증가하였으나, 2008년 이후 감소 추세를 보이고 있으며, 2009년 에너지 이용량은 15,207천TOE로 2008년 대비 4.3% 감소한 수준을 보이고 있음

<표 1-9> 서울시 에너지원별 이용현황

(단위 : 천toe)

구분	석유	도시가스	전력	열에너지	석탄	기타	합계
2009년	5,852 (38.9%)	4,610 (30.7%)	3,869 (25.7%)	478 (3.2%)	124 (0.8%)	95 (0.6%)	15,027
2008년	6,324 (40.8%)	4,667 (30.1%)	3,792 (24.5%)	462 (3.0%)	144 (0.9%)	95 (0.6%)	15,484
2007년	6,647 (41.5%)	4,951 (30.9%)	3,696 (23.1%)	439 (2.8%)	144 (0.9%)	132 (0.8%)	16,008
2006년	6,329 (40.6%)	4,978 (32.0%)	3,579 (23.1%)	443 (2.8%)	169 (1.1%)	71 (0.4%)	15,569
2005년	6,038 (37.8%)	4,912 (32.4%)	3,485 (22.9%)	487 (3.2%)	165 (1.1%)	95 (0.6%)	15,182

자료 : 지식경제부-에너지경제연구원, 「2010 지역에너지통계연보」, 2010.

- 2005년~2007년 에너지 이용량 증가는 가정·상업, 공공기타 등 건축물에서의 에너지 이용량 증가가 총량 증가의 원인으로 판단되었으며, 2008년은 가정·상업, 산업, 공공기타 부문에서 감소경향을 보였고, 2009년에는 모든 부문에서 감소경향으로 전체 에너지 이용량이 감소하고 있음

<표 1-10> 서울시 부문별 에너지 이용현황

(단위 : 천toe)

구분	합계	가정·상업	수송	산업	공공기타
2009년	15,027	8,380	4,857	1,044	747
2008년	15,484	8,496	4,942	1,380	666
2007년	16,008	8,829	4,870	1,551	758
2006년	15,586	8,847	4,674	1,512	552
2005년	15,182	8,777	4,292	1,527	587

자료 : 지식경제부-에너지경제연구원, 「2010 지역에너지통계연보」, 2010.

- 1996년~2009년 기간 동안 서울의 1차 에너지 소비량 대비 신·재생에너지 소비량을 살펴보면, 1차 에너지 소비량이 16,245천TOE에서 11,893천TOE로 약 30% 감소한 반면, 신·재생에너지 이용량은 50,740TOE에서 207,120TOE로

약 308% 증가하였으며, 1차 에너지 대비 신·재생에너지 비율은 1996년 0.31%에서 2009년 1.74%로 증가하였음

<표 1-11> 서울시 신재생 에너지 이용현황

(단위 : toe)

구분	2009	2008	2007	2006	2005
폐기물	162,941	146,305	119,948	84,567	69,511
바이오	35,523	31,986	63,986	64,268	21,716
태양열	2,077	2,211	2,476	2,886	3,043
지열	1,934	1,184	653	471	333
태양광	1,947	1,073	653	392	188
풍력	38	398	38	44	44
연료전지	2,660	494	456	0	0
합계	207,120	183,291	188,210	153,150	94,832

자료 : 지식경제부·에너지경제연구원, 「2010 지역에너지통계연보」, 2010.

- 기본계획에서 전망한 2014년 에너지 소비량을 기준으로 전국, 수도권 소비량을 보정한 후 앞서 산정한 서울, 인천, 경기 비중을 적용한 결과를 살펴보면, 2014년 수도권의 1차 에너지 소비는 2007년보다 약 22% 증가한 반면 서울의 경우는 2007년 대비 9.0% 감소하여 11.2백만TOE 수준으로 전망됨

<표 1-12> 수도권, 서울시의 에너지 증가 전망

(단위 : 백만TOE)

구분	전국	수도권	서울	인천	경기
2007	236.4	50.5	12.3	17.4	20.8
2010	270.5	56.4	10.3	23.9	22.1
2011	276.6	57.7	11.8	22.7	23.2
2012	282.8	58.9	11.6	23.9	23.5
2013	288.9	60.2	11.4	25.0	23.8
2014	295.1	61.5	11.2	26.1	24.2

자료 : 지식경제부·에너지경제연구원, 지역에너지 통계연보, 2010  
환경부, 수도권 대기환경관리 기본계획, 2005

## □ 산업활동

- 2009년 서울시의 사업체수는 723,086개로 전국대비 21.9%, 종사자수는 4,177,336명으로 전국대비 24.8%를 차지하고 있고, 도매 및 소매업이 가장 많은 비중을 보이며, 사업체수는 208,443개로 산업분류 가운데 28.8%, 종업원수는 792,686명으로 19.0%를 차지하고 있음



## □ 대기오염물질 배출량 현황

- 2008년 대기정책지원시스템(CAPSS)에서 산정한 서울시의 대기오염물질 배출량은 279,273톤으로 2007년 대비 24.5% 감소하였음

<표 1-13> 서울시 배출원별 대기오염물질 배출량 현황(2008년)

(단위 : 톤)

구분	PM10	NOx	SOx	VOC	CO	NH3	합계
에너지산업 연소	11	507	4	86	640	22	1,271
비산업 연소	249	18,427	4,354	831	12,838	246	36,945
제조업 연소	4	814	61	39	246	11	1,174
생산공정	0	0	0	0	0	8	8
에너지수송 및 저장	0	0	0	3,743	0	0	3,743
유기용제 사용	0	0	0	54,492	0	0	54,492
도로이동오염원	1,456	43,491	114	20,608	95,977	1,380	163,024
비도로이동오염원	330	6,915	514	721	3,483	31	11,994
폐기물처리	26	1,315	486	254	368	3	2,453
기타 면오염원	41	24	0	83	998	2,550	3,696
농업	0	0	0	0	0	474	474
배출원대분류 합계	2,116	71,493	5,533	80,855	114,550	4,725	279,273

자료 : 국립환경과학원, 서울시 2008년 CAPSS 배출량 자료.

## 2. 그 동안의 시행계획 추진현황

### □ 개 요

- 수도권 대기환경 개선을 위해 2003년 「수도권 대기환경 개선에 관한 특별법」이 제정되고, 이에 근거한 대기질 달성목표는 2014년까지 PM10은  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NO<sub>2</sub>는 0.022ppm 임

<표 2-1> 서울시 연도별 대기환경 개선목표 수준

구분	2003년	2007년	2009년	2011년	2014년
PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	69	60	55	50	40
NOx(ppb)	38	38	32	28	22

- 목표연도의 대기질 수준을 달성하기 위한 서울시의 배출량은 2001년 대비 PM10, SO<sub>x</sub>, VOC 배출량을 38.7%, NO<sub>x</sub> 배출량 53%를 2014년까지 삭감하도록 배출허용총량이 할당되었음

<표 2-2> 서울시 시행계획상의 목표 달성을 위한 배출허용총량

(단위 : 톤)

구분	2007년		2009년		2011년		2014년	
	배출량	배출허용총량	배출량	배출허용총량	배출량	배출허용총량	배출량	배출허용총량
NOx	85,536	78,475 (91.7%)	86,381	62,626 (72.5%)	87,569	52,489 (59.9%)	90,672	38,989 (43.0%)
SOx	7,332	5,292 (72.2%)	7,229	4,738 (65.5%)	7,510	4,096 (54.5%)	8,521	3,674 (43.1%)
PM10	3,827	2,943 (76.9%)	3,900	2,319 (59.5%)	3,952	1,928 (48.8%)	4,084	1,454 (35.6%)
VOC	92,242	69,425 (75.3%)	96,433	54,557 (56.6%)	101,254	42,407 (41.9%)	108,899	27,066 (24.9%)

- 2006년에 수립된 「수도권 대기환경관리 기본계획」의 세부 추진계획으로는 제작자동차와 운행자동차, 교통수요 관리 등 자동차 관리, 대형 사업장 총량 관리, 중소 사업장 및 면오염원 관리, 환경친화적 에너지와 도시관리 등의 사업을 포함하고 있음

- 수도권 대기환경관리 기본계획에 따라 2006.12월 서울시 대기질 개선 시행 계획을 수립하여 2007년부터 추진하고 있으며, 삭감목표는 기본계획에서 제시된 할당량 보다 더 많게 계획되었음

<표 2-3> 기본계획과 서울시 시행계획의 목표 달성을 위한 연차별 삭감량 비교 (단위 : 톤)

구분	2007		2009		2011		2014	
	기본계획	시행계획	기본계획	시행계획	기본계획	시행계획	기본계획	시행계획
PM10	24	884	373	1,581	700	2,024	1,382	2,630
NOx	2,379	7,061	5,539	23,755	20,605	35,080	44,524	51,683
SOx	178	2,040	463	2,491	1,766	3,414	2,146	4,847
VOC	2,358	22,817	6,181	41,876	23,825	58,847	51,625	81,833

### □ 추진실적('07~'10)

- 주요 추진정책으로는 삭감목표 달성을 위해 도로 및 비도로 이동오염원 관리, 사업장 총량관리, 면오염원 관리, 친환경 도시관리 등의 분야로 분류됨

<표 2-4> 서울시 대기환경 개선 시행계획의 주요 삭감대책

구분	세부 대책
도로이동오염원	저공해 자동차 보급, 운행경유차 저공해화, 제작차 배출허용기준 강화, 교통수요관리 등
비도로이동오염원	건설기계 등 배출허용기준 강화, 연료의 품질 개선 등
사업장	대형사업장 총량관리, 사업장 배출허용기준 강화, 소형소각시설 폐쇄, 중소 사업장 저녹스 버너 보급
면오염원	도료의 유기용제 함량제한, VOC 비산배출허용 기준 설정, 컷백아스팔트포장 제한 주유소 Stage I, II 설치
친환경 도시관리 (에너지관리부분)	지역난방 공급확대, 신재생에너지 보급 확대, 친환경 건축물 인증 등

- 미세먼지(PM-10)는 삭감목표량에 비해 매년 150% 이상의 삭감실적을 보임

<표 2-5> 미세먼지 삭감계획 및 실적

(단위 : 톤, %)

구분	2007		2008		2009		2010	
	계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적
합계	884	1,344 (152%)	1,231	2,098 (170%)	1,581	2,410 (152%)	1,814	3,017 (166%)
도로이동오염원	758	1,325 (175%)	902	1,956 (217%)	1,221	2,160 (177%)	1,417	2,463 (174%)
비도로이동오염원	-	-	175	- (0%)	185	- (0%)	195	- (0%)
사업장 관리	38	1 (4%)	51	85 (167%)	63	96 (153%)	81	- (0%)
면오염원	21	- (0%)	29	- (0%)	39	- (0%)	47	0.5 (1%)
친환경에너지 및 도시관리	68	18 (27%)	74	57 (80%)	74	153 (207%)	75	553 (737%)

자료 : 환경부, 수도권 대기환경관리 기본계획 추진실적 보고서, 2010.

- 질소산화물(NOx)은 '08년, '09년에는 각각 92%, 89%로 목표에 다소 미달 되었으나 '07년, '10년에는 각각 125%, 115%로 초과달성 하였음

<표 2-6> 질소산화물 삭감계획 및 실적

(단위 : 톤, %)

구분	2007		2008		2009		2010	
	계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적
합계	7,061	8,814 (125%)	17,336	15,981 (92%)	23,755	21,056 (89%)	35,080	40,240 (115%)
도로이동오염원	3,840	8,403 (159%)	7,027	10,709 (152%)	11,870	12,186 (103%)	19,311	17,682 (92%)
비도로이동오염원	-	-	4,602	- (0%)	4,847	- (0%)	5,335	- (0%)
사업장 관리	706	0.91 (0.13%)	1,039	4,110 (174%)	1,374	4,599 (335%)	2,789	4,500 (161%)
면오염원	1,795	- (0%)	3,881	- (0%)	4,858	- (0%)	6,756	0.2 (0%)
친환경에너지 및 도시관리	720	409 (57%)	788	1,163 (100%)	807	4,270 (529%)	889	18,058 (203%)

자료 : 환경부, 수도권 대기환경관리 기본계획 추진실적 보고서, 2010.

- 황산화물(SOx)은 '07년에 삭감목표대비 55%로 저조하였으나, '08년 이후 '10년까지는 130%~153%로 초과달성 하고 있음

<표 2-7> 황산화물 삭감계획 및 실적

(단위 : 톤, %)

구분	2007		2008		2009		2010	
	계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적
합계	2,040	1,131 (55%)	2,263	2,491 (153%)	2,491	3,795 (152%)	3,414	3,839 (112%)
도로이동오염원	1,187	1,082 (91%)	1,232	774 (63%)	1,278	773 (61%)	1,370	691 (50%)
비도로이동오염원	-	-	-	- (0%)	-	- (0%)	-	-
사업장 관리	705	32 (4%)	857	2,543 (297%)	1,014	2,784 (275%)	1,819	2,811 (155%)
면오염원	76	- (0%)	96	- (0%)	119	- (0%)	136	14 (10%)
친환경에너지 및 도시관리	72	18 (25%)	78	1,489 (191%)	80	238 (297%)	89	323 (363%)

자료 : 환경부, 수도권 대기환경관리 기본계획 추진실적 보고서, 2010.

- 휘발성유기화합물(VOC)는 매년 시행계획의 삭감목표 대비 50%~72%로 다소 저조한 실적이지만 '10년 기본계획의 삭감목표 15,319톤/년 대비 실제 삭감량 27,198톤/년으로 177%를 달성하였음

<표 2-8> 휘발성유기화합물 삭감계획 및 실적

(단위 : 톤, %)

구분	2007		2008		2009		2010	
	계획	실적	계획	실적	계획	실적	계획	실적
합계	22,817	16,409 (72%)	32,812	16,492 (50%)	41,876	25,305 (60%)	50,845	27,198 (53%)
도로이동오염원	1,882	4,373 (232%)	3,404	5,558 (163%)	5,015	7,156 (143%)	6,536	5,733 (88%)
비도로이동오염원	-	-	537	- (0%)	563	0.004 (0.001%)	-	-
사업장 관리	5	3 (54%)	5	3 (51%)	5	3 (51%)	5	- (0%)
면오염원	20,828	12,016 (58%)	28,756	10,864 (0%)	36,181	18,078 (50%)	43,601	21,351 (49%)
친환경에너지 및 도시관리	102	17 (17%)	110	37 (34%)	112	68 (61%)	114	147 (129%)

자료 : 환경부, 수도권 대기환경관리 기본계획 추진실적 보고서, 2010.

### 3. 기본계획의 변경 및 시행계획의 배출량 보정

#### □ 수도권 대기환경관리 기본계획의 변경

- 현행 수도권 대기환경 개선 기본계획과 서울·인천·경기도 시행계획의 상호 연계성을 유지할 위해 대기환경 개선목표, 대기관리권역 범위, 지역배출허용총량 등 기본 관리체계는 기존 계획을 유지
- 대기정책지원시스템(CAPSS)의 2007년 대기오염물질 배출량을 기준으로 2014년 배출량 전망치를 보정하여 적용
- 비산먼지 배출원을 추가하여 2007년 미세먼지 배출량은 크게 증가하였으나 미세먼지 농도에 미치는 기여도 등은 불확실하므로 배출허용총량 관리에서 제외하되, 도로 재비산먼지 제거 방안 등 별도 저감대책 추진
- 인천시의 신·증설되는 대형 발전시설 총량 할당을 위해 지역간 배출허용총량을 일부 조정하여 서울의 NO<sub>x</sub> 4,835톤, 경기도의 SO<sub>x</sub> 6,845톤을 인천으로 이관
- 수도권 대기개선 목표달성을 위해 오염물질 삭감 실적이 우수한 운행경유차 저공해화 프로그램 등은 지속적으로 추진하고, 전기차 보급, 건설기계 배출가스 저감사업 등 신규사업을 추가로 시행하며, 이산화질소(NO<sub>2</sub>) 농도 개선을 위하여 청정연료(LNG) 전환 및 저NO<sub>x</sub> 버너 보급, 운행경유차 PM·NO<sub>x</sub> 동시 저감장치 부착 등 NO<sub>x</sub> 저감대책을 강구
- 배출량의 불확실성 등에 따라 배출총량관리에서 제외된 생물성 연소시설, 도로 재비산먼지 등에 대한 저감대책을 포함하며, 벤젠, PM<sub>2.5</sub>, VOC 등 인체 위해성이 높은 대기오염물질 관리 강화를 통해 시민의 건강을 보호

<표 3-1> 수도권 대기환경 관리 기본계획의 변경 전·후 비교

구분	기존계획	변경계획
기준년도 배출량	• 2001년 CAPSS 자료	• 2007년 CAPSS 자료
배출량 전망	• 2014년 (2001년 기준) - PM10 전망 : 17천톤 - NOX 전망 : 354천톤	• 2014년 (2007년 기준) - PM10 전망 : 15천톤(감소) - NOX 전망 : 390천톤(증가)
대기환경 개선목표	• 단계별 대기환경 개선목표 설정(PM10, NO2)	• 기존계획 유지
관리대상 오염물질	• PM10, NOX, SOX, VOC	• 기존계획 유지
대기관리권역	• 서울·인천 전역, 경기 일부	• 기존계획 유지 - 2단계 기본계획(2015~2024) 수립시 대기환경기준 초과 여부 등 평가하여 대기관리권역 재설정 검토
지역배출 허용총량	• 시도별 지역배출허용총량 할당	• 대형발전시설 총량할당을 위하여 NOx, SOx의 지역총량 조정 - NOx 4,835톤(서울 → 인천) - SOx 6,845톤(경기 → 인천)
저감대책	• 운행자동차 저공해화, 저공해 자동차 보급, 사업장 총량제도 등 시행	• 자동차 연비/ 온실가스 관리방안 도입 • 전기·수소차, 전기이륜차 보급 • 생물성 연소, 도로 재비산 먼지 관리 대책 추진 등 • 인체 위해성 관리강화(PM2.5 환경기준 설정)
소요재원	• 4조 5,132억원 - 2005~2009년 : 2조 4,435억원 - 2010~2014년 : 2조 697억원	• 3조 1,559억원 - 2005~2009년 : 1조 6,892 억원 - 2010~2014년 : 2조 4,667 억원 - 운행자동차 저공해화 사업규모 감소 • 117만대 → 90만대

□ **부문별 주요대책의 보완사항**

- 자동차 관리대책에는 고효율 친환경자동차, 그리카 보급 및 인프라 구축 관련 시범사업을 시작하고 선진국 수준의 제작차 배출허용기준으로 강화하며, 온실가스 저감을 위한 연비 규제 등을 강화함
- 운행차에 대해서는 특정경유차 관리 등 미세먼지 저감성과가 우수한 사업은 지속적으로 추진하며, 이와 함께 PM-NOx 동시저감장치 보급 사업 등을 추가
- 대형사업장에 대한 총량관리제 도입 효과가 우수한 것으로 분석됨에 따라 향후 사업을 확대하고 효율성을 높이기 위해 자발적 협약 체결, 배출권 거래제 등을 보완

- 중소 사업장에 대해서는 위해성 관리 강화를 위해 비산배출되는 휘발성유기물에 대한 관리를 강화하고, 업종별 시설관리 기준의 도입을 검토
- 에너지 사용 절감, 친환경 연료 전환 등을 통해 대기오염 배출을 저감하고 동시에 온실가스를 감축할 수 있도록 에너지 관리를 강화

<표 3-2> 수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획 요약

구분	기존 계획	변경계획에서의 추가대책
자동차 관리	제작차배출허용기준 강화 저공해자동차 보급 구매 촉진 은행차 저공해화 프로그램 질소산화물 저감장치 부착 자동차 연료품질 개선 건설기계, 선박관리 강화 환경친화적 교통수요 관리	연비 및 온실가스 관리 전기차 보급 및 충전인프라 구축 노후차 조기폐차 확대 PM-NOx 동시저감장치 부착 바이오디젤 보급 건설기계 배출가스 저감사업 기업체 교통수요관리 지원
사업장 관리	대형사업장 총량관리 대기오염물질 배출허용기준 강화 저NOx 버너 보급 소각시설 관리 주유소 State II 의무화	배출권 거래제 확대 자발적 협약 체결 중소산단 청정연료 전환 생물성 연소시설 관리 강화 VOC 비산배출 시설관리기준 도입
기타 관리대책	환경친화형 도로 보급 비산먼지 관리 집단에너지, 신재생에너지 확대 저항유 보급확대 환경친화적 도시관리 강화	지역 냉난방 보급 확대 친환경 건축물 인증대상 확대 에너지 절약형 녹색도시 조성

자료 : 수도권대기환경청, 「수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획」, 2010. 12.

## □ 대기오염물질별 배출량 보정 및 삭감목표 추정

### ○ BAU 배출량 전망

- 기본계획의 변경과정에서 제안된 BAU 장래배출량 총량의 보정은 기존의 기본계획에서 제시된 2014년 배출량을 대상으로 2007년 CAPSS 실제 배출량과 기존계획의 2007년 배출량 비율인 보정계수를 이용하여 추정하였으며, 이는 2011년~2014년 BAU 예측 배출량 전망에 동일하게 적용하였음

2014년배출량보정 = 기존계획2014년BAU배출량 × 보정계수

$$\text{보정계수} = \frac{\text{실제2007년부문}capss\text{배출량}}{\text{기존계획의2007년BAU배출량}}$$



<표 3-3> 서울시 시행계획 BAU 배출총량(보정 전)

(단위 : 톤)

구분		2011	2012	2013	2014
NOx	점오염원	7,213	7,729	8,297	8,923
	면오염원	17,882	17,562	17,277	17,022
	도로이동오염원	45,125	45,656	45,921	46,694
	비도로이동오염원	17,349	17,573	17,801	18,033
	합계	87,569	88,520	89,296	90,672
SOx	점오염원	4,487	4,881	5,320	5,807
	면오염원	1,164	960	794	660
	도로이동오염원	1,717	1,775	1,836	1,900
	비도로이동오염원	142	146	150	154
	합계	7,510	7,762	8,100	8,521
PM10	점오염원	55	58	62	66
	면오염원	219	207	196	187
	도로이동오염원	3,010	3,041	3,090	3,137
	비도로이동오염원	668	677	686	694
	합계	3,952	3,983	4,034	4,084
VOC	점오염원	1,253	1,285	1,317	1,352
	면오염원	84,520	87,060	89,721	92,508
	도로이동오염원	13,391	13,097	12,955	12,857
	비도로이동오염원	2,090	2,121	2,151	2,182
	합계	101,254	103,563	106,144	108,899

자료 : 수도권대기환경청 자료협조

<표 3-4> 서울시 BAU 대기오염물질 배출량 보정계수

구분		NOx	SOx	PM10	VOC
기존계획 2007년 BAU 배출량 (톤)	점	5,452	3,180	43	1,098
	면	16,980	2,564	265	73,049
	도로	46,884	1,466	2,899	16,162
	비도로	16,220	122	620	1,933
	합계	85,536	7,332	3,827	92,242
실제 2007년 CAPSS 배출량 (톤)	점	3,196	551	40	402
	면	19,647	6,549	316	68,757
	도로	52,010	152	1,911	17,548
	비도로	38,234	583	1,652	4,751
	합계	113,087	7,835	13,336	91,458
보정계수	점	0.59	0.17	0.92	0.37
	면	1.16	2.55	1.19	0.94
	도로	1.11	0.10	0.66	1.09
	비도로	2.36	4.78	2.66	2.46

<표 3-5> 서울시 시행계획 BAU 배출총량(보정 후)

(단위 : 톤)

구분		2011	2012	2013	2014
NOx	점오염원	4,228	4,531	4,864	5,232
	면오염원	20,691	20,321	19,991	19,696
	도로이동오염원	50,059	50,648	50,942	51,799
	비도로이동오염원	40,895	41,423	41,961	42,507
	합계	115,873	116,922	117,757	119,234
SOx	점오염원	777	846	922	1,006
	면오염원	2,973	2,452	2,028	1,686
	도로이동오염원	178	184	190	197
	비도로이동오염원	679	698	717	736
	합계	4,607	4,180	3,857	3,626
PM10	점오염원	51	54	58	61
	면오염원	261	247	234	223
	도로이동오염원	1,984	2,005	2,037	2,068
	비도로이동오염원	1,780	1,804	1,828	1,852
	합계	4,076	4,109	4,156	4,204
VOC	점오염원	459	470	482	495
	면오염원	79,554	81,945	84,449	87,072
	도로이동오염원	14,539	14,220	14,066	13,959
	비도로이동오염원	5,137	5,213	5,287	5,365
	합계	99,689	101,848	104,284	106,892

자료 : 수도권대기환경청 자료협조

○ 배출허용총량 대비 삭감목표량 추정

- 배출허용총량 조정

수도권 대기환경관리 기본계획(2005. 11)이 2001년 배출량 기준으로 작성되었으나, 인천시의 경우 2002년~2007년 기간 동안 증설된 3개 대형사업장이 지역 총량할당에 미반영되었으며, 이를 해결하기 위해 인천시 NOx 부족량 5,819톤 가운데 4,835톤을 서울시가 부담하게 되어, 2014년 서울시의 NOx 배출허용총량이 기존 46,148톤에서 41,313톤 수준으로 감축 조정되었으며, 오염물질별 BAU 배출량 및 배출허용총량은 다음 표와 같음

<표 3-6> 서울시 시행계획 목표 달성을 위한 배출허용총량

(단위 : 톤)

구분	2011년		2012년		2013년		2014년	
	BAU 배출량	배출허용 총량	BAU 배출량	배출허용 총량	BAU 배출량	배출허용 총량	BAU 배출량	배출허용 총량
NOx	115,873	66,964 (57.7%)	116,922	58,414 (49.9%)	117,757	49,863 (42.3%)	119,234	41,313 (34.6%)
SOx	4,607	5,744 (-)	4,180	5,954 (-)	3,857	6,165 (-)	3,626	6,375 (-)
PM10	4,076	3,252 (79.8%)	4,109	3,069 (74.7%)	4,156	2,885 (69.4%)	4,204	2,702 (64.3%)
VOC	99,689	77,429 (77.7%)	101,848	69,044 (67.8%)	104,284	60,659 (58.2%)	106,892	54,274 (50.8%)

주 : SOx의 경우, 2011년~2014년 기간 동안 BAU 장래배출량이 서울시 배출허용총량 이내로 배출되는 것으로 추정되었음.

- 삭감요구량

목표 대기질 수준을 달성하기 위하여 보정된 BAU 배출량과 조정된 배출허용총량을 적용하여 서울시 연차별 삭감 요구량을 제시하면 다음표와 같음

$\text{삭감요구량} = \text{보정된 BAU 전체 배출량} - \text{조정된 배출허용총량}$
--

<표 3-7> 서울시 시행계획 달성을 위한 연차별 삭감요구량

(단위 : 톤)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	48,909	58,508	67,894	77,921
SOx	-	-	-	-
PM10	824	1,040	1,271	1,502
VOC	22,260	32,804	43,625	52,618

비산먼지 배출량 보완

○ 포장도로 비산먼지

- 포장도로의 비산먼지는 배출계수와 도로별 총 주행거리의 곱으로 산출되어지며, 배출계수는 입자크기에 따른 보정계수와 도로별 silt loading, 평균 차중 및 연간 0.254mm 이상의 강우일수를 고려하여 산출

$$Q = VKT \times E / 1000$$

- Q : 배출량(kg/년)
- VKT : 주행거리(km/년)
- E : 먼지 배출계수(g/km)
- 1000 : 단위환산계수(g→kg)

$$E = k \times (sL/2)^{0.65} \times (W/3)^{1.5} \times (1 - \frac{P}{4 \times 365})$$

- E : 배출계수(g/km)
- k : 입자크기에 따른 보정계수
- sL : 표면 silt 함량(%)
- W : 평균차중(톤)
- P : 0.254 mm 이상의 강우일수

자료 : US EPA, AP-42 13.2.1 Paved road, 2006.

- 포장도로 비산먼지 배출량에는 타이어 마모, 브레이크 마모, 도로표면 마모의 배출량을 포함하고 있는 것으로 도로재비산의 배출량 산출을 위하여 타이어 마모, 브레이크 마모, 도로표면 마모에 의한 비산먼지 배출량을 제외한 양을 도로재비산에 의한 비산먼지 배출량으로 추정함

<표 3-8> 서울시 포장도로의 비산먼지 배출량

(단위 : 톤)

구분	타이어마모	브레이크마모	도로표면마모	도로재비산	합계
2007년	621	914	502	11,397	13,434
2008년	559	824	454	10,518	12,354
2009년	560	824	455	10,511	12,351
2010년	551	811	450	10,491	12,304

○ 건설활동 비산먼지

- 건설활동 과정에서의 비산먼지 배출량 산출은 건설공사별 배출계수와 용도별 건축 착공 면적을 이용하여 산출하였음
- 강우시에는 공사가 진행되지 않는다고 가정하고, 공사기간 중 강우에 의한 영향은 고려하지 않았으며, 배출량 산출 결과, 서울에서 2009년 1,803톤, 2010년 2,428톤의 비산먼지 배출량을 추정할 수 있음

<표 3-9> 서울시 건설활동에 의한 비산먼지 배출량

(단위 : 톤)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년
건설활동 비산먼지	2,754	2,740	1,803	2,428

○ 건설폐기물 재활용 시설에 의한 비산먼지

- 배출량 산출은 건설폐기물 처리별 배출계수와 건설폐기물 처리량의 곱으로 산출하였으며, 각 업체별 파쇄 시설의 차수를 고려하여 배출량을 산출한 결과, 서울에서 2009년 36톤, 2010년 29톤의 비산먼지 배출량 수준을 보이고 있음

<표 3-10> 서울시 건설폐기물 재활용에 의한 비산먼지 배출량

(단위 : 톤)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년
건설폐기물 재활용 비산먼지	31	33	36	30

○ 나대지에서의 비산먼지

- 나대지와 야적더미에서의 비산먼지 발생량은 나대지의 활용빈도, 풍속과 토양의 특성 등에 의하여 결정됨
- 서울시의 대표적인 나대지는 초·중·고등학교 운동장, 한강둔치, 야적장 등이 있으며, 나대지의 비산먼지 배출량은 연도별 순간최대풍속을 이용하여 마찰속도를 산출하고 erosion potential function을 사용하여 추정된 배출계수를 적용하였음

<표 3-11> 서울시 나대지 비산먼지 배출계수

(단위 : kg/m<sup>2</sup>)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년
배출계수	0.186	0.182	0.261	0.290
강우일수 보정 배출계수	0.126	0.135	0.188	0.192

- 나대지에 의한 배출량은 2009년 1,615톤, 2010년 1,645톤/년으로 추정되었으며, 학교 운동장의 배출량이 75~80%의 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났음

<표 3-12> 서울시 나대지의 비산먼지 배출량

(단위 : 톤)

구분	나대지	학교운동장	한강둔치	합
2007	225	832	45	1,102
2008	209	899	48	1,155
2009	276	1,272	67	1,615
2010	259	1,317	68	1,645

○ 농업 및 축산활동에 의한 비산먼지

- 농업활동

미국 CARB(2007)의 농업활동으로 인한 비산먼지 배출량 산출은 경작지 면적과 배출계수의 곱으로 산출되고 있으며, CARB 산정방법을 원용하여 서울시의 밭 면적과 작물별 재배 면적을 이용하되, 경지 정리시 PM10 배출량은 밭 면적만을 고려하여 산출한 결과, 2007년 11톤, 2008년 12톤, 2009년 7톤 수준으로 추정되었음

- 축산활동

EU, Emission Inventory Guidebook의 축산활동으로 인한 비산먼지 배출량 산출은 축종별 사육두수와 배출계수의 곱으로 산출되는데, 축종별 사육 두수 자료를 이용하여 산출한 결과, 2007년 482kg, 2008년 196kg, 2009년 182kg, 2010년 167kg으로 비교적 적은 비산먼지가 배출되고 있음

○ 총 비산먼지 배출량

- 전체 활동별 비산먼지 배출량은 다음 표와 같음

<표 3-13> 서울시 비산먼지 배출량

(단위 : 톤)

구분	포장도로	나대지	건설활동	농업활동	축산활동	건설폐기물	합
2007년	13,434	1,102	2,754	11	0	31	17,332
2008년	12,354	1,155	2,740	12	0	33	16,294
2009년	12,351	1,615	1,803	7	0	36	15,812
2010년	12,304	1,645	2,428	7	0	30	16,413

□ 생물성연소 배출량 보완

○ 고기구이 음식점

- 고기구이에 의한 미세먼지 배출량 산정은 국내에서 소비되는 쇠고기와 돼지고기의 구이형태로 소비되어지는 부위별 판매량과 구이형태별 배출계수의 곱으로 산출하였음

- 국립환경과학원(2009)의 육류 부위별 구이비율과 조리형태별 구이비율의 설문 조사 자료를 적용하고, 음식점에서의 소비량 추정을 위해 육류 유통경로 및 점유율 자료를 이용하여 대량급식처, 요식업체로 유통된 육류비율을 적용하여 산출한 서울시 고기구이 소비량을 추정하여 배출량을 산정한 결과에 의하면, 2009년 302톤, 2010년 275톤 정도로 추정되었음

<표 3-14> 서울시 고기구이에 의한 미세먼지 배출량

(단위 : 톤)

구분	2007년	2008년	2009년	2010년
고기구이 배출량	177	366	302	275

○ 노천소각

- 폐기물 노천소각은 미국 EPA식을 참조하여 국내에 적용할 수 있도록 수정한 노천소각에 의한 비산먼지 배출량 산출 방법이며, 농업부산물 소각으로 인하여 발생하는 미세먼지의 배출량 산출방법은 미국 CARB(2006)의 배출량 산출 방법과 배출계수를 적용하여 산출하였음
- 서울시의 노천소각과 농업부산물 소각에 의하여 발생하는 배출량은 2007년에 39톤, 2008년 32톤, 2009년 27톤으로 추정되었다.

#### 4. 서울시 시행계획 보완

##### □ 대기오염물질별 삭감목표 달성계획('11 ~ '14)

- 대기오염물질 배출량을 저감하기 위한 접근방법으로는 현행 “대기정책지원 시스템(CAPSS)”에서 제시되어 있는 배출원 분류체계와 일대일 대응관계를 가지는 삭감대책을 마련
- 대기오염물질을 삭감할 수 있는 부문으로는 자동차 관리대책, 비도로 이동 오염원, 사업장 관리대책, 면오염원 관리 방안, 에너지 관리, 기후변화 대책, 비산먼지 관리 대책, 환경친화적 도시 관리, 과학적 관리 기반 구축으로 크게 9개 부문으로 구분할 수 있음

<표 4-1> 서울시 시행계획 보완 저감대책 목록표

대분류	중분류	세분류	세세분류	비고
자동차 관리대책	제작차 관리	배출허용기준 강화	제작차	
		저공해 자동차 보급	전기차	전기버스, 택시, 승용차 전기이륜차
			CNG차	시내버스, 청소차, 마을버스
			CNG-하이브리드	
			전기차 충전인프라 구축	공공/민간
			그린카 전용지역 운영	그린카 체험시설 조성
		운행자동차 관리	배출가스 관리	검사제도 강화
	배출가스 저감장치부착		특정경유차량 관리강화	DOC, DPF, pDPF
				LPG 개조
				PM-Nox 동시저감
				조기폐차
	공회전 단속		공회전 제한지역	차고지, 터미널, 자동차극장
			공회전 제한장치 부착	CNG 시내버스
		승용차 공회전 억제 유도		
	연료품질 개선			
	교통수요 관리	환경지역 지정	저공해 미이행 경유차 운행제한	
		교통신호체계 운영개선		
		버스 인프라 확충	버스 전용차로 확대	
		대중교통분담율 제고	경전철, 노면전차 도입 환승편의시설 확충, 지하철 연장	
		승용차 요일제 확산정착		
비도로이동 오염원 관리 대책	건설기계	배출허용기준 강화		
		건설기계 저공해화		
		노후건설기계 조기폐차		
		건설기계배출가스검사및정기		



(<표 4-1> 계속) 서울시 시행계획 보완 저감대책 목록표

대분류	중분류	세분류	세세분류	비고	
사업장 관리	대형사업장	총량관리제도			
	중소사업장	배출허용기준 강화 및 배출부담금 신설			
		소형소각시설 관리강화			
면오염원 관리대책	휘발성 유기화합물 관리	건축용 도료의 유기용제 함량 제한 및 수성도료 사용 확대			
		VOC 비산배출허용기준 강화			
		소비재 유기용제 관리방안			
		아스팔트 포장방법 개선			
	주유소에 대한 Stage II 기준 적용				
	저Nox 보일러 보급				
에너지 관리대책	집단에너지 공급확대				
	구역형 집단에너지				
	신재생에너지 확대	수소연료전지	발전용, 가정용		
		태양광			
		태양열			
		지열			
하수열, 하천수열					
	생활폐기물 자원화	물재생센터 바이오가스 회수 음식물폐기물 바이오가스			
비산먼지 관리대책	도로물청소 확대	뒷골목 물청소 차량 도입			
	진공청소 도입	분진흡입차량 도입			
	나대지 비산먼지 관리	마사토 운동장 먼지역제제 살포			
		마사토 운동장 스프링클러 설치			
	학교운동장 잔디식재				
기후변화	에너지 고효율화	건물에너지 합리화 사업			
		실내 냉난방 조절규범 관리강화	공공청사 에너지 목표관리제		
과학적 대기환경 관리대책	대기환경정보 체계적 관리	대기환경정보 통합관리시스템 구축			
		미세먼지 예경보 권역별 시행			
		대기오염 측정장비 교체 및 확충			
	국내외 협력 강화	클린에어협의회 발족			
동북아 협의체 강화					

□ 도로이동오염원 관리대책

〈제작자동차 관리〉

○ 제작차 배출허용기준 강화

- 제작자동차의 배출허용기준은 2006년 EURO IV, 2009년 EURO V 수준으로 강화되었고, 경유차에 대하여 2014년 EURO VI 도입을 추진하고 있음
- 수송부문의 배출가스 저감과 온실가스 감축을 위해 자동차의 평균 에너지 소비효율 기준(연비) 및 온실가스 배출허용 기준을 마련하여 10인승 이하 승용·승합차는 2012년부터 단계적으로 적용하며, 2015년에는 연비 17km/ℓ, 온실가스 140g/km 기준을 적용

<표 4-2> 경유차(중량 2.5톤 미만) 배출허용기준 강화 예시

(단위 : g/km)

배출가스	~2005년	~2006년 1월	~2009년 1월
질소산화물	0.65	0.33	0.235
미세먼지	0.07	0.04	0.005

- 제작차 배출허용기준 강화에 의한 배출 삭감량을 산정하는 식은 다음과 같으며, 제작차 배출허용기준이 2006년, 2009년에 강화되었으므로, 차종별 신규 등록대수는 2006년식 이후 운행차량 대수와 2009년식 이후 운행차량 대수를 합산하여 산정

• 제작차 배출허용 기준 강화에 의한 오염물질 삭감량(톤/년)

$$= \{ \text{차종별 신규 등록대수} ('06\text{년식 이후 운행차량 대수} + '09\text{년식 이후 운행차량 대수}) \times \text{차종별 일일평균 주행거리} \times 365 \times (\text{'03년식 복합배출계수} - \text{평가년도 복합배출계수}) \} \times \{1+\text{방간사동 배출량 환산계수}\} \times 10^6$$

- 2007년~2010년 서울시 차종별·연료별·연식별 분포 비율을 고려하여, 2011년~2014년 자동차 등록대수를 추정하였으며, 자동차 등록대수와 주행거리, 복합 배출계수를 적용하여 제작차 배출허용기준에 따른 연도별 삭감량을 산정

<표 4-3> 제작차 배출허용기준 강화에 따른 서울 지역 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	19,719	23,093	26,065	28,985
PM10	477	582	663	745
VOC	5,172	6,511	7,123	7,826

○ 저공해자동차 보급

- 2020년까지 전기차 12만대 보급을 목표로 관용차·대중교통의 50%, 승용차의 10%를 보급할 계획임
- 시행계획의 보완 최종단계인 2014년 그린카 3만대 보급 계획을 바탕으로 오염물질 배출량 삭감 수준을 산출

<표 4-4> 서울시 저공해 자동차 보급 계획

(단위 : 대)

구 분		2011년	2012년	2013년	2014년
전기차	전기버스	10	50	100	200
	전기택시	10	50	150	250
	전기승용차	30	1,600	5,860	12,650
	전기이륜차	400	1,000	7,207	11,000
하이브리드차	CNG 하이브리드 버스	10	50	100	100

<표 4-5> 서울시 저공해 자동차 보급 사업비

(단위 : 백만원)

구 분		2011년	2012년	2013년	2014년
전기차	전기버스	2,000	15,000	30,000	40,000
	전기택시	450	2,000	5,000	7,000
	전기승용차	1,142	자율보급	자율보급	자율보급
	전기이륜차	50	2,000	4,000	10,960
하이브리드차	CNG 하이브리드 버스			4,000	4,000

○ 친환경 그린카 보급

- 전기이륜차

이륜차가 배출하는 총 오염물질 배출량은 전체 자동차의 5.8%, 전체 대기 오염물질 배출원의 2.0% 수준이며, 2행정엔진은 휘발유 승용차보다도 일산화탄소(CO) 12배, 탄화수소(HC) 124배를 많이 배출하고 있음

전기 이륜차의 대기오염물질 배출량 삭감량을 산정하기 위한 일반적인 방법으로는 기존의 휘발유 이륜차를 기초로 하여 NO<sub>x</sub>, VOC는 국립환경과학원(2008)의 배출계수를, 그리고 PM10의 경우는 유럽 환경청(CORINAIR, 2007)의 배출계수를 적용하여 삭감량을 산정

• 전기이륜차 배출가스 삭감량(톤/년)

$$= \text{전기이륜차 운행대수} \times \text{회발 이륜차 배출계수(g/km)} \times \text{일일 주행거리(km/일)} \times 365\text{일/년} \times 10^{-6}$$

<표 4-6> 전기이륜차 보급에 따른 연도별 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	0.0	0.1	0.3	0.9
PM10	0.0	0.0	0.1	0.3
VOC	2.4	12.1	31.5	84.5

- 전기버스

남산 순환버스 15대, 여의도 순환노선 2대 등 총 17대를 순차적으로 보급하고 남산을 Green Car Only Zone 구역 지정을 검토 중에 있음

• 전기버스 배출가스 삭감량(톤/년)

$$= \text{전기버스 운행대수} \times \text{승합대형 경유 배출계수(g/km)} \times \text{일일 주행거리(km/일)} \times \text{저감율(100\%)} \times 365\text{일/년} \times 10^{-6}$$

전기 버스의 대기오염물질 배출량 삭감량 산정은 경유버스의 복합배출계수와 전기차 배출가스 저감율(100%) 및 일일 주행거리를 적용하였음

<표 4-7> 전기버스 보급에 따른 서울 지역 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	6	18	42	90
VOC	1	3	8	16

- 전기택시

2011년에 제작사와 협력하여 중형급 전기택시를 개발하여 총 10대의 전기 택시를 시범 운행 한 후 유지관리 및 충전인프라 구축이 용이한 법인택시를 우선 추진하고, 보조금 등 지원을 통해 전기 택시의 보급 확대를 유도  
전기 택시의 대기오염물질 배출량 삭감량 산정은 LPG 택시의 복합배출계수와 전기차 배출가스 저감율(100%) 및 일일 주행거리를 적용하여 산정

• 전기택시 배출가스 삭감량(톤/년)

$$= \text{전기택시 운행대수} \times \text{택시 중형(LPG) 배출계수(g/km)} \times \text{일일 주행거리(km/일)} \times \text{저감율(100\%)} \\ \times 365\text{일/년} \times 10^{-6}$$

<표 4-8> 전기택시 보급에 따른 서울 지역 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	0.0	0.1	0.4	0.9
VOC	0.0	0.0	0.1	0.3

- 전기승용차

2014년까지 관용승용차의 50%(1,127대) 및 민간승용차의 1%(226만대)를 전기승용차로 보급할 예정임

배출 삭감량은 전기승용차 보급대수와 휘발유 중형 승용차의 복합배출계수 및 일일 주행거리를 적용하여 산정

• 전기승용차 배출가스 삭감량(톤/년)

$$= \text{전기승용차 운행대수} \times \text{승용 중형 휘발유 배출계수(g/km)} \times \text{일일 주행거리(km/일)} \times \text{저감율(100\%)} \\ \times 365\text{일/년} \times 10^{-6}$$

<표 4-9> 전기승용차 보급에 따른 서울 지역 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	0.0	0.4	1.9	5.1
VOC	0.0	0.4	1.7	4.5

○ CNG 하이브리드 버스 보급

- 2012년 양산 목표로 추진 중인 CNG 하이브리드 버스는 엔진, 전기 배터리 및 모터, 전자제어장치 조합으로 최적의 동력이 전달되어 연료소비를 최소화할 수 있어 차량의 연비효율은 30~40% 크게 향상되며, 환경개선 효과는 디젤 버스 대비 미세먼지는 100% 저감되며, NOx는 50% 정도 저감

<표 4-10> CNG 하이브리드버스 환경·경제성 효과

(10만km/년 주행 기준)

차종	필드 연비	연간 연료소모량	연간 연료비	연간 온실가스량
	디젤 : km/ℓ CNG : km/Nm <sup>3</sup>	디젤 (ℓ) CNG (Nm <sup>3</sup> )	(원)	CO <sub>2</sub> (ton)
디젤버스	1.7	58,824	94,236,048	160
CNG버스	1.6	62,500	53,093,750	137
CNG하이브리드버스	2.1	47,619	40,452,340	104
CNG 버스 대비 변화량	30% 향상	24% 절감	24% 절감	24% 절감

- 주 1. CNG 차량 및 HYBRID 차량의 연비는 현대자동차 자체조사에 의한 필드 연비임  
 2. 저상버스 기준이며 기본차종, 운행구간, 운행특성에 따라 변경될 수 있음  
 3. 디젤 1602원/ℓ, CNG 849.5원/Nm<sup>3</sup> (2011년 1월 1일 기준)

자료 : 환경부 보도자료, “환경부“차세대 CNG 버스”보급사업 추진“, 2011.1.26

CNG-하이브리드 버스 보급에 의한 배출 삭감량 산정은 경유 버스의 복합 배출계수와 주행거리 및 저감율(PM10 100%, NOx 50%)을 적용

• CNG-하이브리드 배출가스 삭감량(톤/년)

$$= \text{CNG-하이브리드 버스 운행대수} \times \text{승합 대형 경유 배출계수(g/km)} \times \text{일일 주행거리(km/일)} \times \text{저감율 (PM 100\%, NOx 50\%)} \times 365\text{일/년} \times 10^{-6}$$

<표 4-11> CNG-하이브리드 버스 보급에 따른 서울 지역 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	1.2	7.2	19.1	31.0
PM10	0.0	0.2	0.4	0.7

○ CNG 자동차 보급

- 2012년까지 시내버스, 마을버스, 청소차를 100% 교체

<표 4-12> CNG 버스 및 마을버스 연차별 보급 추진계획

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
추진 계획	시내버스	103			
	마을버스	87	94		
	청소차	150	155		
	충전소 스마트 관리시스템 구축	구축기반 마련	시스템 구축 완료	시스템 운영	시스템 운영

- CNG 시내버스 및 마을버스, 청소차 보급 사업의 경우 배출계수를 경유 복합 배출계수와 CNG 복합배출계수의 차이값을 적용
- 시내버스는 2002년, 마을버스는 2004년, 청소차는 2003년부터 보급된 물량에 대해 자동차의 평균수명 9년을 고려하여 누적 삭감량을 산정

• CNG 자동차 배출 삭감량

$$= \text{가스차(CNG) 운행대수} \times (\text{경유 복합배출계수} - \text{CNG 복합배출계수(g/km)}) \times \text{일일 주행거리(km/일)} \times (1 + \text{냉간시동 배출량 환산계수}) \times 365 \text{일/년} \times 10^{-6}$$

<표 4-13> CNG 자동차 보급에 따른 연도별 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
CNG 시내버스	NOx	5,576	5,740	6,050	6,201
	PM10	297	297	297	297
CNG 마을버스	NOx	588	638	645	647
	PM10	27.7	29.0	29.3	29.3
CNG 청소차	NOx	197	254	260	262
	PM10	9.6	11.1	11.3	11.4

주 : 마을버스의 배출 삭감량 산정시 일주행거리는 2011년 마을버스 설문조사 분석결과에서 노선길이, 배치현황 자료를 사용하여 추정한 236km/일을 적용함.

## <운행경유차 관리>

### ○ 자동차 종합검사 시행 및 관리개선

- 1992년부터 「대기환경보전법」에 의하여 대기환경 규제지역에서 정밀검사를 실시함으로써 정기검사의 배출가스 검사방법을 더욱 엄격하게 강화하였음

정밀검사 강화	사후관리 강화
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검사방법 개선               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정기검사와 정밀검사의 통합 : 종합검사</li> <li>- 차량 총중량 5.5톤 이상 부하검사 실시(2007)</li> <li>- 운행경유차 검사방법을 도로 실 주행상태 반영 검사로 개선(2010.11)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검사 불합격 차량 정비관리 강화</li> <li>• 자동차 배출가스 사후관리 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 휘발유-LPG 자동차에 대한 정기검사 및 수시점검 배출허용 기준 강화(2010.7)</li> <li>- 자동차 배출가스 종합전산시스템 운영</li> <li>- 도로상 운행자동차 배출 오염물질 실시간 측정 (그린패스 제도 도입)</li> </ul> </li> </ul>

- 교통안전공단에서 분석한 2009년 자동차 배출가스 검사결과('10.12)에 의하면, 배출가스 정밀검사로 인한 대기환경개선 기여율과 관련하여 휘발유-LPG 자동차의 경우 도로이동오염원 배출가스 배출량 전체의 약 1.8%의 대기환경개선에 기여하고 있는 것으로 나타났음
- 이러한 분석결과를 활용하여, 서울시 등록 자동차를 대상으로 배출가스 정밀검사(종합검사로 명칭 변경)에 의한 배출량 저감효과를 추정

<표 4-14> 자동차 배출가스 정밀검사로 인한 대기환경개선 기여율

대기오염물질		도로이동오염원 배출가스 배출량	부적합자동차 배출가스 저감량	부적합대수
휘발유 · LPG	CO	546,493톤/년	17,222톤/년	28,057
	HC	95,404톤/년	575톤/년	19,900
	NOx	495,084톤/년	2,428톤/년	52,175
	계	1,136,981톤/년	20,225톤/년	100,672
경유	PM10	22,694톤	5,307톤/년	790,269

자료 : 교통안전공단, 「2009년 자동차검사 결과」, 2010. 12.

· 배출가스 정밀검사의 대기오염물질 삭감량

$$= [\text{부적합 차량 1대당 배출가스 저감량}(\text{부적합 자동차의 배출가스 저감량}/\text{부적합대수})] \times [\text{자동차 정밀검사 총 검사대수}] \times [\text{부적합율}] \times [\text{적합차량 개선 비율}(70\%)]$$

<표 4-15> 자동차 배출가스 정밀가스 관리체계 개선에 의한 배출 삭감량  
(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
HC	1,605	1,628	1,651	1,674
NOx	1,640	1,663	1,686	1,709

주 : 2010년 기준 서울 지역내 교통안전공단 본사의 4개 직영 검사소(강남, 성산, 노원, 성동)에서 검사를 받은 대수는 504,258대이며, 부적합 대수는 68,536대로 나타나 부적합율은 약 13.6% 수준임.

○ 특정경유자동차 관리

- 2010년까지 저공해화 대수는 총 208,264대이며, 이 가운데 LPG 엔진개조가 64,799대, DOC 저감장치가 53,054대, 노후차 조기폐차는 30,874대가 진행되었고, DPF(1종, 2종) 및 p-DPF 저감장치가 각각 27,695대, 12,620대, 19,222대 보급되었음



- 향후 저공해의무화 대상 차량 및 정밀검사 기준 초과차량 15만대를 대상으로 2014년까지 저공해사업 100% 완료를 목표로 하고 있다.

<표 4-16> 운행경유차 저공해화사업 추진내역('03~'10) 및 향후계획('11~'14)

구 분	총계	보급실적									향후계획				
		계	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	계	2011	2012	2013	2014
LPG개조	70,799	64,799	135	450	2,814	8,714	14,285	16,452	14,027	7,922	6,000	1,500	1,500	1,500	1,500
DPF(1종)		27,695	-	280	7,789	6,854	4,007	4,067	2,844	1,854	-	-	-	-	-
DPF(2종)		12,620	-	-	-	-	6,619	2,499	2,532	970	-	-	-	-	-
DPF(2종소)		19,222	-	-	-	-	-	-	4,648	14,574	-	-	-	-	-
DPF계	165,993	59,537	0	280	7,789	6,854	10,626	6,566	10,024	17,398	106,456	19,500	30,427	28,334	28,195
DOC	53,054	53,054	-	150	1,490	22,861	23,575	3,230	1,685	63	-	-	-	-	-
조기폐차	56,454	30,874	-	-	37	609	5,805	9,851	9,130	5,442	25,580	7,000	6,073	6,166	6,341
합계	346,300	208,264	135	880	12,130	39,038	54,291	36,099	34,866	30,825	138,036	28,000	38,000	36,000	36,036
(억원)		(5,853)	(5)	(36)	(720)	(1189)	(1,262)	(948)	(893)	(800)					

- DPF는 중대형 경유자동차에 부착하는 장치로서 PM 등 오염물질을 촉매가 코팅된 필터에 포집·산화시켜 이산화탄소와 수증기로 전환하고 제거하여 매연을 70% 이상 저감할 수 있는 장치
- p-DPF는 DPF 부착이 어려운 3.5톤 이하의 중소형 자동차에 부착이 가능하며, 배출가스 중의 매연을 포집하지 않고 촉매를 이용해 변환시키는 장치(별도 사후관리 불필요)
- DOC는 소형 경유자동차에 대해 적용하는 장치로서 입자성물질 저감효과가 10~20% 정도로 경제성에 비해 성능이 부족하여 2011년부터는 부착을 중단
- 저감장치 부착에 따른 배출삭감량 산정식은 다음과 같음

• 저감장치 부착에 의한 배출 삭감량  
 = 저감장치 부착차량 운행대수 × 연식별 복합배출계수(g/km) × 저감장치 부착에 의한 저감률 × 일일주행거리 (km/일) × 열화계수 × (1+냉간시동 배출량 환산계수) × 365 × 10<sup>6</sup>

<표 4-17> 저감장치 부착에 의한 오염물질 저감률

구 분	PM	CO	HC
DPF	0.8522	0.897	0.884
pDPF	0.5605	0.947	0.893
DOC	0.3744	0.831	0.722

자료 : 수도권대기환경청, 수도권대기환경개선 시행계획 추진실적 작성지침(안), 2011.

<표 4-18> 냉간시동 배출량 환산계수

구분		VOC	NOx	PM
승용차, 택시, 승합차 소형, 화물차 소형	휘발유	2.34	0.624	-
	경유	0.284	0.040	0.259
	LPG	0.151	0.000	-
승합차 중형, 대형, 화물차 중형 대형		0.000	0.000	0.000

<표 4-19> 저감장치 보급에 따른 연도별 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
DOC	PM10	4	0.2	-	-
	VOC	11	1	-	-
DPF	PM10	198	279	315	290
	VOC	283	344	425	412
p-DPF	PM10	125	149	131	139
	VOC	284	257	167	177
합계	PM10	327	428	446	428
	VOC	577	602	591	589

- 저감장치의 보증기간(3년)이 경과한 차량에 대해서는 2년간 연 1회의 클리닝 비용 100,000원/회를 지원하고, 저감장치 부착차량 클리닝 안내를 적극 추진하여 찾아가는 이동식 클리닝 서비스를 확대하는 등 2011년부터 매년 2,500대씩 매연저감 장치 부착차량의 사후 관리를 강화할 계획임
- PM+NOx 동시저감장치 부착
  - 장기적으로 특정경유자동차에 탈질(De-NOx) 장치 부착을 통해 운행차의 미세먼지-질소산화물의 동시 저감을 추진할 계획임
  - 2012년부터 노후 대형화물자동차 1,000대를 우선 대상으로 미세먼지 뿐만 아니라 질소산화물(PM-NOx)의 동시 저감장치 부착을 검토하고 있음
  - 동시저감장치 부착에 의한 삭감 배출량은 차령 7년의 대형 경유화물차에 부착하는 것을 기본 전제로 하였으며, DPF와 SCR(선택적 촉매저감장치) 결합장치의 NOx 저감율은 SCR의 평균 저감효율인 80%를 적용하였으며, PM10 저감율은 DPF 평균 저감효율에 해당하는 85%를 적용

- PM-NOx 동시저감 장치 부착에 의한 배출가스 삭감량(톤/년)  
 = 동시저감장치 부착 대수 × 대형 화물 경유 배출계수(g/km)(7년 이전 연식) × 일일 주행거리(km/일)  
 × 저감율(PM 85%, NOx 80%) × 365일/년 × 10<sup>-6</sup>

<표 4-20> PM-NOx 동시저감 장치 부착 추진계획

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년
보급계획(대)	-	200대	400대	400대
예산(백만원)	-	1,600	3,200	3,200

<표 4-21> PM-NOx 동시저감장치 부착에 따른 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	-	0	1	2
NOx	-	47	141	234

○ LPG 엔진으로 개조

- 차량 총중량 3.5톤 이하의 소형자동차를 대상으로 하며, 배출 삭감량을 산정하는 식은 다음과 같으며, 경유차의 복합배출계수에서 LPG의 복합배출계수를 제하여 배출 삭감량을 산정

- LPG 엔진개조에 의한 배출 삭감량  
 = LPG 엔진 개조 운행대수 × 일일주행거리(km/일) × 열화계수 × (1+냉간시동 배출량 환산계수)  
 × (경유차 복합배출계수 - LPG차량 복합배출계수) × 365 × 10<sup>-6</sup>

<표 4-22> LPG엔진 개조에 따른 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	1.3	0.7	0.4	0.4
NOx	61	43	37	24
VOC	64	26	10	14

○ 노후경유차 조기폐차

- 특정경유자동차에 대해서는 엄격한 배출허용기준을 설정하고, 검사에 불합격한 자동차는 정비후 재검사를 받도록 하며, 재검사에서도 불합격되면 배출허용기준을 만족할 수 있도록 배출가스 저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조토록 하여야 함

- 자동차가 정비후 배출가스 저감장치의 부착이나 저공해엔진으로 개조하여도 배출허용기준을 만족시킬 수 없거나 장치의 부착 또는 개조에 너무 많은 비용이 소요될 때에는 일정한 금액의 보조금을 주어 폐차토록 유도하고 있음

• 조기폐차에 의한 오염물질 삭감량  
 = 조기폐차 차량 × 일일주행거리(km/일) × (경유차 복합배출계수 - 2009년 배출계수) × 열화계수 × (1+냉간시동 배출량 환산계수) × 365 × 10<sup>-6</sup> × 3년

- 2010년, 2011년 노후차 조기폐차 보조금 지급현황을 통해 살펴보면 차종별로는 중형 승합차, 소형 화물차이며, 차령으로는 10년~15년 자동차의 폐차 비율이 가장 높게 나타났음

<표 4-23> 조기폐차에 따른 배출 삭감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	105	57	57	33
NOx	1,339	740	747	467
VOC	96	76	77	55

### <운행차 공회전 단속 및 억제 유도>

#### ○ 운행차 공회전제한 단속

- 터미널, 차고지, 자동차 극장 등 자동차 밀집지역에 대하여 대기환경보전법 제36조의3(공회전의 제한) 규정에 의거하여『서울특별시 자동차 공회전 제한에 관한 조례』를 2004년 1월 1일부터 시행하고 있음

<표 4-24> 서울시 공회전 제한지역

구분	터미널	차고지 주차장	학교위생 정화구역	자동차극장	주요 경기장	기타	총계
공회전제한지역 (개소)	10	962	2,000	4	3	38	3,017

- 공회전 제한지역 지정에 따른 배출 저감량을 산정하기 위해 자동차 차종별 분당 대기오염물질 배출계수(시속 10km 기준)와 제한지역별 평균 공회전 시간을 적용

<표 4-25> 자동차 차종별 분당 대기오염물질 배출계수 (시속 10km 기준)  
(단위 : g/km-분)

차종별	연료별	CO	NOx	HC	PM	CO <sub>2</sub>
승용차	무연휘발유	0.07	0.02	0.01	0.00	6.34
택시	LPG	0.22	0.02	0.03	0.00	6.07
버스	소형(디젤)	0.02	0.03	0.00	0.00	6.62
	중형	0.07	0.12	0.41	0.01	8.41
	대형	0.12	0.36	0.64	0.01	17.63
	CNG	-	0.13	0.11	-	-
트럭	소형(디젤)	0.02	0.04	0.04	0.00	7.21
	중형	0.11	0.21	0.04	0.01	11.00
	대형	0.13	0.63	0.04	0.02	52.37
경차	경차	0.06	0.01	0.00	0.00	3.67

주 : CNG 시내버스의 분당 대기오염물질 배출계수는 시속 10km를 속도배출계수에 적용하여 추가함.

자료 : 「서울시 자동차 공회전의 효과적 억제방안 연구」, 2002.

<표 4-26> 특정지역 자동차 평균 공회전 시간

구분	고속시의외버스터미널	시내버스 차고지	자동차 전용극장
공회전 시간(분)	11.04	6.80	72.25

자료 : 김운수, 「서울시 자동차 공회전의 효과적 억제방안 연구」, 2002.

- 배출 삭감량 산정시 터미널, 차고지, 자동차 극장만을 대상으로 하였으며, 터미널과 차고지의 버스 통행대수는 서울시의 자동차 등록현황 자료를 이용

- 공회전 제한지역(터미널) 지정에 의한 배출가스 삭감량(톤/년)  
= 서울시 전세버스 등록대수 × 1일 왕복회수 × 공회전 시간(분) × 공회전 배출계수 × 365일/년 × 10<sup>-6</sup>
- 공회전 제한지역(차고지) 지정에 의한 배출가스 삭감량(톤/년)  
= 서울시 전세버스 등록대수 × 1일 왕복회수 × 공회전 시간(분) × 공회전 배출계수 × 365일/년 × 10<sup>-6</sup>
- 공회전 제한지역(자동차극장) 지정에 의한 배출가스 삭감량(톤/년)  
= 자동차 극장 1회 이용 가능 자동차 대수 × 1일 상영횟수 × 공회전 시간(분) × 공회전 배출계수 × 공회전 참여율(50%) × 365일/년 × 10<sup>-6</sup>

<표 4-27> 공회전제한지역 지정에 따른 배출량 저감효과

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	1	0	0	0
NOx	107	97	96	95
HC	118	95	95	94

○ 운행차 공회전 제한장치 부착

- 공회전 제한장치 의무부착 대상 차량을 법제화하였으며(「대기환경보전법 시행규칙」제79조의5 신설(2010.1.6)), 공회전 제한장치는 주행중 신호대기 또는 정차기 5초가 경과하면 엔진이 자동으로 꺼지는 장치로 시내버스의 경우 연비는 15.4%를 절약할 수 있고 이에 따라 질소산화물 및 이산화탄소를 각각 17.3%, 17.1% 저감할 수 있는 것으로 분석하고 있음

<표 4-28> 서울시 공회전 제한장치(친환경 운전장치) 부착 실적

구분	2009년	2010년
부착 실적	시내버스 950대	시내버스 824대
소요예산	836백만원	823백만원
사업효과	CNG 129만m <sup>3</sup> , 예산 923백만원 절감	CNG 74만m <sup>3</sup> , 예산 641백만원 절감 (6월 기준)

<표 4-29> 서울시 운행차 공회전 제한장치 추진계획

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
친환경운전장치 부착	934대	500대	1,000대	1,000대
사업예산(백만원)	770	606	1,000	1,000

- 공회전 제한장치 부착에 대한 배출 삭감량은 CNG 시내버스에 부착하는 것을 가정하여 산정

<표 4-30> 차종별 공회전 제한장치 부착에 따른 배출가스 저감율

구분	HC	CO	NOx	PM
시내버스	1.0%	17.7%	17.3%	-
택시	13.3%	2.1%	5.6%	-
택배트럭	1.6%	6.7%	4.1%	17.9%

자료 : 환경부, 「공회전 제한장치 부착차량에 대한 효과성 평가 연구」, 2010. 12

• 공회전 제한장치 부착에 의한 배출가스 삭감량(톤/년)

= 부착대수 × 시내버스 1대당 배출량(톤/년) × 시내버스 배출가스 저감율(NOx 17.3%, VOC 1.0%)

= 부착대수 × [2007년 CAPSS CNG 시내버스 배출량/CNG 시내버스 등록대수] × 시내버스 배출가스 저감율

<표 4-31> 공회전 제한장치 부착에 따른 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
Nox	2	14	26	28
VOC	1.6	2.2	2.8	2.9

○ 승용차 공회전 억제 유도

- 불필요한 공회전 억제를 시민참여 유도에 의한 대기오염물질 배출 삭감량을 예측하기 위해 휘발유, 경유, LPG 승용차가 1일 공회전을 5분 억제하는 것을 기본전제로 함

• 공회전 억제 시민참여에 의한 배출 삭감량

= 공회전에 의한 배출계수(g/대분) × 승용차 등록대수(휘발유, 경유, LPG) × 공회전 시간(5분/일) × 247일(평일기준)

<표 4-32> 승용차 공회전 억제 유도에 의한 오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	51	52	52	53

<자동차 연료 품질 강화>

○ 저공해자동차 보급 계획

- 자동차 연료 품질 강화는 2006년 이후 제작차 배출허용기준에 대한 추가 강화(2009년)의 일환으로 자동차 연료 품질을 지속적으로 개선하여 연료품질을 2006년 대비 60%~80% 수준으로 강화하여 왔음

• 연료품질기준 강화에 따른 대기오염물질 삭감량(NOx, PM10, VOC)

= 당해연도 운행자동차 대수(2006연식 이전 차량) × 차종별 일일평균주행거리 × 연식별 배출계수 × 열화계수 × {1+병간시동 배출량 환산계수} × 연료 품질강화에 따른 대기오염물질 감소율 × 365 × 10<sup>6</sup>

• 황산화물배출 삭감량

= 연료소비량(ℓ/yr) × 연료비중 × 2001년 황함유량(중량%) × 황함유량 저감률 × 0.02 × 10<sup>3</sup>

<표 4-33> 연료 품질강화에 따른 대기오염물질 감소율(2008년 대비 2009년)

구분	CO	VOC	NOx	PM
휘발유 자동차	-0.86%	-1.57%	1.57%	-
소형 경유자동차	6.10%	6.68%	-0.12%	2.86%
중대형 경유자동차	0.36%	-0.98%	0.36%	0.27%

주 : 유럽 자동차 대기오염물질 배출계수 산출 프로그램인 「COPERT Ⅲ」의 연료 영향 보정식 사용

<표 4-34> 황산화물배출 삭감량 계산을 위한 2001년 황함량과 황함유량 저감률

연료	2001년 황함량 <sup>1)</sup>	황함유량 저감률
경유	0.030	0.91 <sup>2)</sup>
휘발유	0.007	0.48 <sup>2)</sup>
LPG	0.015	0.50 <sup>3)</sup>

주 : 1) 국립환경과학원, 이동오염원 대기오염물질 배출량 산정방법 편람, 2005.

2) 2007년 2월 환경부 보도자료

3) LPG의 황함유량 저감률은 2004년 연료제조기준 변화량을 사용

- 연료의 품질 강화에 의한 대기오염 물질별 저감효과를 고려하여 PM10, NOx, SOx의 배출 삭감량을 산정

<표 5-35> 연료품질 개선에 따른 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	19	17	10	8
NOx	155	120	93	75

주 : SOx 배출량 삭감계획과 관련하여 2014년 BAU 배출량의 경우, 이동오염원 197톤, 비도로이동오염원 736톤 수준으로 자동차 연료품질기준 강화에 따른 SOx 배출량 저감효과와 비교하여 낮은 수준으로 평가되어 삭감효과에서 제외하기로 함. 이는 향후 도로비도로이동오염원 BAU SOx 배출량의 검토가 필요함을 시사함.

## <교통수요 관리>

### ○ 저공해 미이행 경유차 운행제한

- 『서울시 공해차량 제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례』(2010. 9. 30)가 제정됨에 따라 배출가스 보증 기간이 지나 정밀검사를 받은 결과 배출 허용기준을 초과하였거나, 무게가 2.5톤 이상이고 7년이 지난 차량 중 저공해 조치 이행명령을 지키지 않은 경유 차량을 대기관리권역에서 운행제한을 2011년부터 실시하고 있음

<표 4-36> 서울시 저공해 미이행 경유차 대기관리권역 운행제한 추진계획

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
추진계획	조례제정	조레이행	조레이행	조레이행	조레이행
소요예산(백만원)	1,253	799	50	50	50

주 : 저공해 미이행 차량 운행제한의 예산은 단속시스템 설치비용을 포함.



• 환경지역 지정에 따른 대기오염물질 삭감량(톤/년)

= 보정된 도로이동오염원 BAU 배출량 × 환경지역 지정 저감율(NOx 3%, PM 1.5%)

<표 4-37> 서울시 환경지역 지정에 따른 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012	2013	2014
PM	33	33	34	35
NOX	1,502	1,519	1,528	1,554

○ 교통신호체계 운영 개선

- 표준매뉴얼의 실효성을 검증한 결과 교통량, 대기차량 길이, 주행속도를 조사한 뒤 최적화 분석을 실시해 평균 교차로 주기(130초)를 10초 가량 단축

<표 4-38> 서울시 신호운영 개선 추진계획

사업연도	대상 가로 축	거리(m)
2012년	27개	94,505
2013년	27개	102,894
2014년	27개	106,635
2015년	27개	128,759
계	108개	432,793

• 교통신호 운영체계 개선에 따른 대기오염물질 삭감량(톤/년)

= 교통신호 운영체계 적용 단위거리당 삭감량(kg/m) × 개선 계획 거리 길이(m) × 10<sup>-3</sup>

• 교통신호 운영체계 적용 단위거리당 삭감량(kg/m)

= (합정로, 등촌로의 속도(전후), 교통량 자료에 기초하여 산정한 삭감배출량/합정로, 등촌로 거리 길이)

<표 4-39> 서울시 신호운영 개선 추진 거리당 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : kg/km)

구분	VOC	NOx	PM10
저감량	545	499	47

<표 4-40> 서울시 신호운영 개선 추진에 따른 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	0.3	5	10	15
NOx	3	50	101	154
VOC	2	54	105	163

○ 버스 인프라 지속 확충

- 중앙차로는 2010년 12개 도로축에 100.4km에서 운영됨에 따라 버스속도는 약 30% 정도로 향상되고, 버스 정시성은  $\pm 1\sim 2$ 분으로 안정되었으며, 버스 승객은 10%~38% 증가하는 등 버스이용 편의 향상과 신뢰도 개선

<표 4-41> 서울시 버스전용차로 운영 현황

구분		2000 이전	2002년	2004년	2006년	2008년	2010년
중앙	24시간 전일제	1개축 4.5km	1개축 4.5km	4개축 36.1km	7개축 67.9km	9개축 75.9km	12개축 100.4km
	전일제	36개 구간 143.9km	36개 구간 143.4km	40개 구간 103.3km	28개 구간 75.4km	31개 구간 66.6km	26개 구간 55.3km
가로변	시간제	23개 구간 70km	24개 구간 70km	25개 구간 67.6km	25개 구간 67.6km	19개 구간 49.2km	18개 구간 45.7km

자료 : 서울시 도시교통본부 홈페이지

- 중앙버스 전용차로를 확대함에 따라 버스의 차속 증가에 따른 배출량 저감 효과를 기대할 수 있음
- 기 설치된 중앙버스 전용차로 구간과 향후 설치될 구간을 고려하여 EMME/2상에 구축된 네트워크상에 버스 전용차로를 적용하여 분석을 시행한 결과를 이용하여 대기오염물질 저감효과를 추정

<표 4-42> 서울시 버스중앙차로 설치계획

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
민선5기 시정운영 4개년 계획	추진계획(km)	108.7	108.7	114.8	126.7
	예산(백만원)	12,699	46,562	1,619	11,656

<표 4-43> 서울시 버스중앙차로 설치에 따른 대기오염물질 배출 삭감량 (단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	4	4	4	4
NOX	81	81	86	95
VOC	17	17	18	19
SOx	4	4	4	4

○ 대중교통수단 분담율 제고

- 대중교통 만족도는 2005년 대비 지하철 16.2%, 버스 8.76% 증가하였으며 대중교통 이용객은 22만명 증가하였으며, 대중교통 수송분담율은 0.7% 상승한 반면 승용차 수송 분담율은 0.4% 감소하였음
- 대중교통 수송(버스·지하철) 분담율을 2010년 63.0%에서 2014년 64.0%로 상승시키기 위해 대중교통 이용 수요 증대를 위한 대중교통 서비스 수준 향상과 함께 대중교통 취약지역의 교통난을 해소하기 위해 인프라를 지속적으로 확충할 계획임

<표 4-44> 대중교통 수송 분담률 지표

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
대중교통 수송 분담율 지표 (버스·지하철)	63.2%	63.5%	63.6%	64.0%

- 경전철 도입 확대

도시철도 서비스 취약지역 해소, 지역간 균형발전, 친환경 저탄소 녹색교통 기반 대중교통체계 구축을 위해 경전철을 지속적으로 도입

2008년 11월 ‘서울시 10개년 도시철도기본계획’ 확정 이후 경전철 8개 노선에 대한 사업이 추진중이며, 최근 우례신도시 택지개발사업 추진, 관악구 난곡지역 GRT 사업계획 변경에 따른 교통대책으로 경전철에 대한 도입을 적극 검토하고 있음

<표 4-45> 경전철 추진계획

(단위 : 백만원)

2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
적격성조사 3자 공고 및 협상	우이신설연장선, 신림선 착공	면목선, 동북선, 서부선 착공	목동선, DMC 착공	8개 노선 공사추진
80,559 (48,831)	84,768 (62,198)	177,266 (181,962)	255,770 (250,366)	345,104 (296,848)

주 1: 경전철 확충 사업은 민간투자 적격성조사(PIMAC) 완료 후 민간투자법 및 도시철도법 등에 의한 향후 절차는 도시기본시설본부에 업무 이관되어 총괄 추진, 사업적기추진이 가능한 노선을 우선 추진하되, 시 재정여건을 고려하여 단계별 사업추진(매년 1~2개 노선)

2: ( ) 민간 투자액

- 지하철 연장 건설

강남지역 및 서울 서부지역, 부천 상동, 인천 북부지역의 이용 혼잡률을 완화하고 이용승객에게 편의를 제공하기 위해 지하철 9호선 및 7호선 연장 건설을 추진하고 있음

<표 4-46> 서울시 지하철 연장건설 추진계획

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
지하철 9호선 2단계 건설	공사시행	공사시행	공사시행	공사완료	개통
지하철 9호선 3단계 건설	실시설계	공사시행	공사시행	공사시행	공사시행
지하철 7호선 연장 건설	공사시행	공사시행	공사완료		
지하철 4~8호선 연장 건설	타당성 조사	기본계획수립	기본설계	실시설계	공사시행
예산(백만원)-국비포함	97,278	143,592	467,993	481,344	188,100

- 2010년 교통량 O-D 자료를 활용하여 2014년 대중교통 수송 분담율의 상승에 따라 승용차 통행량 감축에 따른 NOx 1,048톤 정도의 감축효과를 기대

• 대중교통 수송분담율 증가에 따른 대기오염물질 삭감량(톤/년)

$$= \text{승용차 배출량(교통량 O-D 기초로 하여 산정한 배출량)} \times (\text{평가년도 수송 분담율} - \text{2007년 기준 수송분담율}) / (\text{2007년 수송분담율})$$

<표 4-47> 대중교통 수송분담율 증가에 따른 대기오염물질 배출 저감량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	286	572	667	1,048

○ 승용차요일제 확산 및 정착

- 시민의식 개선을 통한 녹색교통문화 확산으로 약 100만대가 참여하고 있으며, 무선인식시스템(RFID) 구축으로 승용차요일제 준수율을 제고하였음
- 공영주차장 주차요금 할인을 기존 20%~30%에서 전 자치구 공영주차장에서 30% 통일을 위한 조례 개정을 완료하였으며, 준수율 제고를 위해 무선인식 시스템(RFID)을 증설하여 21개 지점에 고정형 RFID 리더기 45대를 설치할 계획임

<표 4-48> 승용차 이용억제 녹색교통문화 확산 추진계획

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
승용차 요일제 참여 확산 및 정착(참여대수)	112만대	115만대	118만대	120만대
예산(백만원)	1,762	1,200	1,200	1,200

주 : 2011년에만 RFID 리더기 10개 증설에 따른 800백만원 반영 및 2012년 이후는 RFID리더기 증가에 따른 유지관리비 증가분 반영

- 서울시 승용차요일제 시행에 따른 대기오염물질 저감효과는 서울시(2007)의 『서울시 승용차요일제 시행 효과분석 및 발전방안 연구』에 제시된 100만대 참여 및 준수시 시행 전·후의 승용차 오염물질 배출량 저감효과를 적용

- 승용차 요일제 확산 및 정착에 따른 대기오염물질 삭감량(톤/년)  
 = 승용차 배출량 × 100만대 참여시 준수시 저감율 × 참여율 × (목표 참여대수/100만대)
- 승용차 배출량  
 = 보정된 도로이동오염원 BAU 배출량 × 2007년 CAPSS 기준 (승용차 배출량/도로이동오염원 배출량)

<표 4-49> 승용차요일제 시행 전후에 따른 승용차 오염물질 배출량 (단위 : 톤/년)

구분	CO	VOC	NOx	PM10
시행전	21,957	3,047	8,039	303
참여차량 모두 준수시	20,502 (6.63%)	2,824 (7.31%)	7,543 (6.18%)	286 (5.66%)
100만대 참여 및 준수시	19,717 (10.20%)	2,713 (10.95%)	7,284 (9.40%)	276 (8.98%)

주 : ( ) 안의 값은 미시행시 배출가스 감소비율임. 연간 배출량은 1일 배출량에 토요일, 일요일, 공휴일을 제외한 평일(247일) 기준으로 계산

자료 : 서울시, 「서울시 승용차요일제 시행 효과분석 및 발전방안 연구」, 2007.

- 2007년 CAPSS 자료를 이용하여 도로이동오염부문 배출량 대비 승용차 부문의 배출량 비중을 적용하여 2011년~2014년 기간 동안 도로이동오염원 부문의 장래 BAU 배출량에서 승용차 부문의 배출량을 추정

<표 4-50> 승용차요일제 확산·정착에 따른 대기오염물질 배출 저감량 (단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	1	1	1	1
NOx	1,203	1,270	1,331	1,407
VOC	679	664	657	652

## □ 비도로이동오염원 관리대책

### ○ 건설기계 배출허용기준 강화

- 국내에서는 환경부의 “대기환경보전법 시행규칙” 개정(2003.12.10) 및 “제작 자동차 인증방법 및 절차에 관한 규정” 개정(2003.12.09)에 따라 화물자동차와 엔진특성이 유사한 덤프트럭, 콘크리트믹서트럭, 콘크리트펌프 등 3종의 자동차형 건설기계에 대해서만 적용되어 관리되었던 배출가스허용기준을 2004년 1월부터 6종(불도저, 굴삭기, 로우더, 지게차, 기중기, 로울러)의 건설기계에도 신설하여 단계적으로 확대 적용하고 있음

<표 4-51> 건설기계 엔진출력별 단계적 적용 배출규제

단계	시행일	대상건설기계		비고
		엔진출력	건설기계 종류	
1단계 (Tier-I)	2004. 1	19~560 kW	3종*	
2단계 (Tier-II)	2005. 1	130~560 kW	6종*	- 130 kW미만 불도저, 기중기, 로울러는 1단계 기준에도 해당 되지 않음 - 130 kW미만 굴삭기, 로우더, 지게차는 2005년에도 계속 1단계 기준 적용
	2006. 1	75~560 kW	6종	- 75 kW미만 불도저, 기중기, 로울러는 1단계 기준에도 해당 되지 않음 - 75 kW미만 굴삭기, 로우더, 지게차는 2006년에도 계속 1단계 기준 적용
	2007. 1	19~560 kW	6종	-
3단계 (Tier-III)	2009. 1	75~560 kW	6종	- 엔진으로 규제 - 75 kW미만 6종은 2009년에도 2단계 기준 적용
	2010. 1	19~560 kW	6종	- 엔진으로 규제

주 : 3종\* : 굴삭기, 로우더, 지게차

6종\* : 굴삭기, 로우더, 지게차, 불도저, 기중기, 로울러

자료 : 국립환경과학원, 건설기계(원동기) 배출가스 인증여부 확인방법, 2009.

- 엔진출력 19~560 kW의 제작 건설기계에 대해 대기오염물질 배출규제를 2004년부터 Tier-I, 2005년부터 2007년까지 Tier-II, 2009년에서 2010년까지 Tier-III 수준으로 건설기계 엔진 출력별로 단계적인 배출규제(phase-in)를 적용하고 있으며, 3종의 자동차형 건설기계의 경우는 화물자동차 유형으로 분류되어 화물자동차 배출가스허용기준이 적용됨(국립환경과학원, 건설기계(원동기) 배출가스 인증여부 확인방법, 2009)

<표 4-52> 제작 건설기계 엔진출력별 배출허용기준

Tier - I

구 분	19~37 kW	37~75 kW	75~130 kW	130~225 kW	225~560 kW
CO	5.5	5.5	5.0	5.0	5.0
NOx	9.5	9.2	9.2	9.2	9.2
HC		1.3	1.3	1.3	1.3
PM	0.8	0.6	0.6	0.54	0.54
측정방법	KC1-8 모드 (단위 : g/kWh)				

Tier - II

구 분	19~37 kW	37~75 kW	75~130 kW	130~225 kW	225~560 kW
CO	5.5	5.0	5.0	3.5	3.5
NOx+HC	7.5	7.5	6.6	6.6	6.4
PM	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2
측정방법	KC1-8 모드 (단위 : g/kWh)				

Tier - III

구 분	19~37 kW	37~75 kW	75~130 kW	130~225 kW
CO	5.5	5.0	5.0	3.5
NOx+HC	7.5	4.7	4.0	4.0
PM	0.3	0.4	0.3	0.2
측정방법	ISO8178 C1-8 모드 (단위 : g/kWh)			

주1 : 위 표는 경유를 연료로 사용하는 건설기계에 대하여만 적용하며, 자동차제작자가 제작한 낱짜(수입차는 통관일자)를 기준으로 함.

주2 : ① Tier-I : 130 kW 미만의 건설기계는 2004년 7월 1일부터 적용, Tier-II : 75 kW 이상 130 kW 미만의 건설기계는 2006년 1월 1일부터, 75 kW 미만의 건설기계는 2007년 1월 1일부터 적용, Tier-III : 19 kW 이상 75 kW 미만의 건설기계는 2010년 1월 1일부터, 75 kW 이상의 건설기계는 2009년 1월 1일부터 적용함.

② 탄화수소는 NMHC로 측정함(THC로 측정할 경우에는 THC 측정값에 0.98을 곱한 값을 NMHC 측정값으로 함).

③ Tier-II : ①의 기준에 따른 인증을 받고 Tier-II의 기준에 맞는 건설기계는 인증을 받는 것으로 봄.

자료 : 환경부, 대기환경보전법 별표 17의 4.

• 건설기계 배출허용 기준 강화에 의한 오염물질 삭감량(톤/년)

= [보정 건설기계 BAU 배출량] - [보정 기준강화 배출량]

= [(1차 시행계획 건설기계 배출량/1차 시행계획 비도료이동오염원 배출량) × (보정 비도료이동오염원 배출량)] - [(보정 전 기준강화 배출량/보정 전 건설기계 BAU) × 보정 건설기계 BAU 배출량]

- 서울시의 건설기계 배출허용 기준 강화에 따른 대기오염물질 배출량 저감량

<표 4-53> 건설기계 배출허용기준 강화에 따른 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	28	40	52	64
NOx	629	827	1,025	1,222
VOC	36	54	72	90

○ 건설기계 저공해화

- 2010년 서울시에 등록된 건설기계는 약 48,215대로 이중 56% 정도가 차령 10년을 초과하는 노후 차량으로, 건설기계에서 배출되는 미세먼지 발생량은 서울시 총오염원 17,422톤 중 1,156톤으로 약6.6%를 차지하고 있음
- 2011년 시범사업을 시작으로 2012년부터 환경부와 협의하여 확대하여 2014년까지 2,500대에 저공해화 사업을 추진할 계획임

<표 4-54> 건설기계 저공해화 추진계획

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
건설기계 저공해화	30대	470대	1,000대	1,000대
예산(백만원)	건설기계 저공해화 사업비는 운행경유차 저공해 사업비에 포함.			

• 건설기계 저공해화에 의한 오염물질 삭감량(톤/년)

- = 저감장치 부착대수 × 건설기계 1대당 오염물질 배출량 × 저감율(PM 85%, NOx 80%)
- = (2007년 콘크리트믹서트럭, 덤프트럭 배출량/콘크리트믹서트럭, 덤프트럭 등록대수) × 저감율

<표 4-55> 건설기계 저공해화 사업의 연도별 물질별 배출삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	1	21	72	105
NOx	21	344	1,203	2,062

○ 노후 건설기계 조기폐차 유도

- 덤프트럭, 콘크리트믹서트럭, 콘크리트펌프 등 자동차형 건설기계의 연식별 등록분포를 살펴보면 전체 평균차령은 11.50년이나 차령 20년 이상의 차량이 약 9.5%로 높은 비중을 차지하고 있음
- 저감장치의 부착은 도로운행이 비교적 많은 덤프트럭, 콘크리트 믹서에 대해 2005년 이전 연식에 대해 적용하는 것이 보다 효과적이므로 이에 NOx 추가삭감 잠재력을 제고하기 위해 1991년 연식 이전의 노후화된 자동차형 건설기계를 대상으로 경유자동차의 폐차지원 방식을 원용하여 보험개발원이 산정한 분기별 차량 기준가액의 80%까지 지원하여 건설기계 조기폐차를 유도해 나가는 방안 고려



<표 4-56> 자동차형 건설기계 등록현황에 따른 연식별 분포 분석(2009년 10월 기준)

구분		대수	비율(%)
2009-2008	1-2년	1,105	8.60
2007-2006	3-4년	1,184	9.22
2005-2004	5-6년	1,134	8.83
2003-2002	7-8년	1,627	12.66
2001-2000	9-10년	290	2.26
1999-1998	11-12년	214	1.67
1997-1996	13-14년	3,187	24.81
1995-1994	15-16년	1,462	11.38
1993-1992	17-18년	752	5.85
1991-1990	19-20년	1,319	10.27
1989-1988	21-22년	244	1.90
1987-1986	23-24년	84	0.65
1985-1984	25-26년	175	1.36
1983-1982	27-28년	57	0.44
1981-1980	29-30년	4	0.03
1979-1978	31-32년	8	0.06
1977-1976	33-34년	-	-
1975-1974	35-36년	1	0.01
1973-1972	37-38년	-	-
1971-1970	39-40년	-	-
1969-1968	41-42년	-	-
1968 미만	43년~	-	-
합계		12,847	100
평균차령			11.50년

주 : 자동차형 3대기종 - 덤프트럭, 콘크리트믹서트럭, 콘크리트펌프

자료 : 서울시, 「건설기계 및 이륜차 오염물질 저공해방안 조사연구」, 2009.

• 건설기계 저공해화에 의한 오염물질 삭감량(톤/년)

= 조기폐차 대수 × 건설기계 1대당 오염물질 배출량 × 열화계수

= (2007년 콘크리트믹서트럭, 덤프트럭 배출량/콘크리트믹서트럭, 덤프트럭 등록대수) × 저감율

- 이에 2013년부터 단계적으로 노후화된 자동차형 건설기계 조기폐차를 유도하여 2013년 300대, 2014년 500대를 조기 폐차할 경우, 건설기계 저공해화 장치 부착의 삭감량 산정방법을 적용하여 삭감량을 추정하면, 2014년에 NOx 960톤 정도의 삭감이 가능한 것으로 나타났음

<표 4-57> 건설기계 조기폐차 지원 추진계획

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
건설기계 조기폐차 유도	-	-	300대	500대
예산(백만원)	-	-	2,400	4,000

주 : 1990년 연식의 자동차형 건설기계의 중고거래가인 800백만원으로 기준으로 예산을 책정함.

<표 4-58> 건설기계 조기폐차에 의한 연도별 물질별 배출삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	-	-	21	55
NOx	-	-	360	960
SOx	-	-	9	24

○ 건설기계 배출가스 검사 및 정비

- 2013년부터 환경부에서 건설기계에 대한 운행차 배출허용기준으로 검사방법을 도입하여 건설기계 배출가스 검사를 실시하면 건설기계에 대한 엔진교체, 정비 등이 이루어 질 예정
- 이에 따른 저감량은 「대기오염물질 배출량 산정방법 편람(환경부)」에 따라 산출된 오염물질 배출량과 환경부 내부자료의 엔진교체와 정비에 따른 미세먼지 저감을 30%~80%, 질소산화물 저감을 25%~45%, 휘발성유기화합물 저감을 25%~40%를 가정하여 삭감량을 산정

<표 4-59> 건설기계 배출가스 검사 및 정비에 의한 배출삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	-	-	14,686	14,878
PM10	-	-	530	537
VOC	-	-	1,586	1,610

## □ 사업장 관리대책

### ○ 총량관리대상 사업장

- 2010년 수도권 지역에서 총량관리제 대상 사업장은 총 297개이다. 이중 서울에서는 질소산화물, 황산화물 배출시설이 각각 15개, 4개 위치하고 있고, 이들 사업장에서의 배출량은 각각 1,006톤/년, 31톤/년이었음
- 사업장에 할당된 배출허용총량은 질소산화물이 1,339톤/년, 황산화물이 67톤/년으로 대상 사업장 전체에 대한 배출허용총량의 각각 75.2%, 46.6%를 배출하는 것으로 나타났음

<표 4-60> 총량관리대상 사업장의 배출량 및 배출허용총량(2010년 기준)

지역	사업장명	질소산화물	황산화물	
배출량 (kg)	강남구	강남자원회수시설	106,767	5,184
	강남구	삼성생명공익재단 삼성서울병원	34,548	0
	강서구	서남물재생센터	15,580	22,441
	노원구	노원열병합발전소	120,148	0
	노원구	노원자원회수시설	63,571	0
	마포구	마포자원회수시설	61,361	0
	마포구	한국지역난방공사 마포지사	1,020	0
	마포구	한중발(주)서울화력발전소	213,747	0
	서초구	가톨릭대학교 서울성모병원	20,279	0
	서초구	센트럴시티	17,096	0
	성동구	엠코테크놀로지코리아(주)	14,011	1,277
	송파구	(주)호텔롯데(롯데월드)	31,256	2,536
	송파구	한국지역난방 강남지사(동남권유통단지)	34,224	0
	양천구	목동열병합발전소	226,613	0
	양천구	양천자원회수시설	45,967	0
	합계		1,006,188	31,438
배출허용총량(kg)		1,338,782	67,411	
배출량의 배출허용총량에 미치는 비율(%)		75.2%	46.6%	

자료 : 서울시 총량시스템 자료 협조(2011).

- 총량사업장 중 다량배출사업장 및 발전사 등 대형사업장을 대상으로 자발적 협약을 체결하여 최적방지시설 조기 설치 유도 등을 통해 배출량 저감을 유도하는 것이 필요하며, 2008년 총량관리제 시행 전, 후의 평균배출량 비교 분석 결과를 살펴보면 NOx는 49%, SOx는 16% 저감효과가 발생함

<표 4-61> 총량관리제 시행에 따른 대기오염물질 배출량 저감효과

구분	시행 전 (2002~2006 평균)	시행 후 (2008~2009 평균)	저감량 (저감율)
NOx	52,986톤	27,157톤	25,829톤 (49%)
SOx	14,408톤	12,045톤	2,363톤 (16%)

자료 : 환경부, 사업장 총량관리제 추진성과 및 향후 계획, 2011.

- 총량관리제 시행에 의한 저감효과 산정은 2007년 CAPSS 배출량의 점오염원 부분에서 총량관리 대상 사업장(점오염원) 배출량 비율을 장래 배출량에 적용하여 2011년~2014년 점오염원의 배출량을 일차적으로 추정하였음

<표 4-62> 서울시 사업장 총량규제 및 배출권 거래제 시행시 배출삭감량 (단위: 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	984	1,055	1,437	1,892
SOx	15	17	18	20

### ○ 중소 사업장 관리

- 배출허용기준 강화 및 배출부과금 신설  
총량규제 대상 사업장에서 제외되는 중소규모의 배출시설에 대한 배출허용 기준을 단계적으로 강화하여 배출량을 삭감
- 총량규제 대상 사업자 이외의 배출허용 기준 강화에 따른 저감효과는 1차 시행계획에서 산정한 방법을 토대로 4, 5종 사업장 BAU 배출량의 50% 삭감율을 고려하여 산정
- 2007년 CAPSS 배출량을 기준으로 총량규제 미대상 사업장에 해당하는 4, 5종 사업장의 배출량을 보정 한 후 삭감율을 적용하여 산정한 결과, 2014년 NOx 948톤, PM10 31톤 가량을 삭감할 수 있는 것으로 나타났음

<표 4-63> 대기오염물질의 NOx 배출허용 기준

구분	배출시설	배출허용기준 (ppm)
2009년 12월 31일까지	가) 액체연료(경질유는 제외한다) 사용시설	
	(1) 증발량이 시간당 40톤 이상이거나 열량이 시간당 24,760,000킬로칼로리 이상인 시설	70~150(4)
	(2) 증발량이 시간당 10톤 이상 40톤 미만인 시설, 열량이 시간당 6,190,000킬로칼로리 이상 24,760,000킬로칼로리 미만인 시설	100~200(4)
	(3) 증발량이 시간당 10톤 미만이거나 열량이 시간당 6,190,000킬로칼로리 미만인 시설	180~200(4)
	나) 고체연료 사용시설	70~150(6) 이하
	다) 국내에서 생산되는 석유코크스 사용시설	150(6) 이하
	라) 그 밖의 배출시설	250 이하
2010년 1월 1일부터	가) 액체연료 사용시설	
	(1) 배출가스량이 시간당 십만세제곱미터 이상인 시설	70~250(4)
	(2) 배출가스량이 시간당 만세제곱미터 이상 십만세제곱미터 미만인 시설	200~250(4)
	(3) 배출가스량이 시간당 만세제곱미터 미만인 시설	250(4)
	나) 고체연료 사용시설	150~250(6)
	다) 국내에서 생산되는 석유코크스 사용시설	200(6)
	라) 그 밖의 배출시설	250

자료 : 대기환경보전법 시행규칙 [별표8] 2011.8.19 개정

<표 4-64> 배출허용기준 강화에 따른 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	20	24	27	31
NOx	628	735	841	948

○ 소각시설 관리 강화

- 수도권 내에서는 2001년 현재 총 113개의 소각장이 운영 중에 있으며, 관리권역 내에는 90개의 소각장이 운영되고 있으며, 이 가운데 소각량 200 kg/hr 이하의 소형소각시설은 약 89% 정도인 80개 사업장이 해당됨

- 소각시설 관리강화에 의한 대기오염물질 배출 삭감량 산정은 다음식을 이용하고 소각시설에 대한 새로운 사업계획이 없으므로 1차 시행계획상의 배출 저감량을 적용할 경우, 2014년에 NOx 263톤, PM10 2톤의 오염물질을 삭감할 수 있는 것으로 추정하였음

• 소각시설 관리강화에 의한 삭감량  
 =  $\Sigma(\text{해당년도까지 폐쇄된 소각시설의 폐쇄 직전연도 연간 소각량} \times \text{소각시설 배출계수})$

<표 4-65> 소각시설 배출계수 및 배출삭감계수

구 분	NOx	SOx	PM10	VOC
소각시설 배출계수(kg/ton)	2.5	0.07	0.0095	7.4

<표 4-66> 소형소각시설 폐쇄에 따른 서울지역 배출삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
PM10	2	2	2	2
NOx	250	254	259	263
SOx	46	46	47	48
VOC	5	5	5	5

## □ 면오염원 관리대책

### ○ 휘발성유기화합물 발생량 저감

- 건축용 도료의 유기용제 함량 제한 및 수성도로 사용 확대

2007년 CAPSS 자료를 바탕으로 살펴보면 건축 및 건물 도장에서 배출되는 VOC는 도장시설에서 배출되는 VOC의 65.7% 수준으로 높은 비중을 차지하고 있으며, 이는 유기용제 사용 부문에서 전체 VOC 배출총량의 약 29.8%나 됨

도료의 유기용제 함량을 제한할 경우 페인트 제조사와의 자발적 협약을 확대하여 2014년에는 유기용제 함량을 80% 삭감하는 것을 목표로 설정하고, 수성도료 사용은 현재 52% 정도 수준인 수성도료 사용 비율을 미국 수준인 80% 수준으로 높여 나갈 계획이 검토되고 있음

향후 서울시의 건축용 도료의 유기용제 함량 제한 및 수성도료 사용 확대  
로 인한 VOC 삭감 전망은 도료의 유기용제 함량 저감에서 단계적으로  
20% 정도가 저감될 것으로 추정

수성도료 사용비율 제고로 인해 배출량의 20%가 저감될 것으로 추정하여  
2014년의 최종 배출 삭감량을 추정

• 유기용제 함량 제한 및 수성도료 사용확대에 의한 삭감량(2014년 기준)

$$= \text{보정된 유기용제 BAU 배출량} \times (\text{2007년 CAPSS 도장(건축, 건물) 부문 배출량/유기용제 배출량}) \times \text{저감비율(20\%)} + \text{보정된 유기용제 BAU 배출량} \times (\text{2007년 CAPSS 도장부문 배출량/유기용제 배출량}) \times \text{저감비율(20\%)}$$

<표 4-67> 건축용 도료의 유기용제 함량 제한에 따른 VOC 삭감량

(단위 : 톤/년)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년
삭감량	2,710	3,374	5,223	7,191

- VOC 비산배출허용기준 강화

건축 및 건물을 제외한 도장시설에서 배출되는 VOC는 유기용제 사용 부문  
전체 VOC 배출량의 15.6%를 차지하고 있으며, 세정시설에서 배출되는  
VOC는 유기용제 사용부문 전체 VOC 배출량의 1.0%를 차지함

환경부는 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 시행규칙을 일부 변경하여 수도권  
관리권역에 공급되는 도료의 VOC 함량을 법적으로 규제하고 있으며, 이에  
따르면 2005년 7월부터 2006년 1월까지, 2007년 1월부터 2009년 12월까지,  
그리고 2010년 1월 이후로 나누어 단계적으로 도료에 함유된 VOC 양을  
약 23% 정도 삭감할 수 있도록 기준을 설정하였음

<표 4-68> 도료표지용 도료 유기용제 함량 기준

(단위 : g/ℓ)

용도분류	2005년 7월 1일~ 2006년 12월 31일	2007년 1월 1일~ 2009년 12월 31일	2010년 1월 1일~
도료표지용 도료	550 이하	450 이하	수성 200 이하 유성 450 이하

자료 : 수도권 대기환경개선 특별법 시행 규칙, [별표 9] 도료에 대한 휘발성유기화합물의 함유기준(제39조 관련)  
(2011년 2월 28일 개정)

<표 4-69> 자동차부스용 도료 유기용제 함량 기준

(단위 : g/ℓ)

용도분류	2005년 7월 1일~ 2006년 12월 31일	2007년 1월 1일~ 2009년 12월 31일	2010년 1월 1일~
1. 워시프라이머	850 이하	780 이하	780 이하
2. 프라이머/서페이서	650 이하	580 이하	580 이하
3. 상도-single	650 이하	580 이하	500 이하
4. 상도-basecoat	650 이하	620 이하	500 이하
5. 상도-topcoat	650 이하	620 이하	500 이하
6. 특수기능도료	900 이하	840 이하	840 이하

자료 : 수도권 대기환경개선 특별법 시행 규칙, [별표 9] 도료에 대한 휘발성유기화합물의 함유기준(제39조 관련)  
(2011년 2월 28일 개정)

본 시행계획 보완에서는 1차 시행계획에서 추정된 연도별 (삭감량/배출량) 비율을 2007년 CAPSS 배출량을 기초로 보정된 VOC 배출량에 적용하여 2014년까지 배출 삭감량을 추정

• VOC 비산배출허용기준 강화에 의한 삭감량

= 1차 시행계획 삭감비율(삭감량/배출량) × 보정된 VOC 배출량

<표 4-70> VOCs 비산배출허용 기준 설정으로 인한 VOC 삭감량

(단위 : 톤/년)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년
삭감량	17,299	18,588	23,021	26,147

- 소비재의 유기용제 관리방안

가정 및 상업용 유기용제 사용에 의한 VOCs 배출은 기타 유기용제 사용과 관련된 배출의 91.2%를 차지하며, 이는 유기용제 사용 부문 전체 VOC 배출량의 42.0%에 해당되며, 가정의 유기용제 사용에 대해서는 아직까지 별다른 규제가 이루어지지 않고 있음

미국의 경우 소비재의 reformulation을 통해 2010년에 소비재와 관련된 VOC 배출량이 37% 정도 감소할 것으로 예견하고 있으며, 이를 우리나라에 적용할 때에는 2014년 배출량의 30%가 삭감될 것으로 추정

• 소비재의 유기용제 관리에 의한 삭감량

=(2007년 CAPSS 소비재 유기용제 배출량/VOC 배출량) × 삭감비율(30%)



<표 4-71> 소비재 유기용제 관리에 의한 서울시 VOC 삭감량

(단위 : 톤/년)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년
삭감량	3,031	4,689	6,452	9,994

- 아스팔트 포장방법 개선

아스팔트 도로포장에 따른 VOC 배출은 기타 유기용제 사용과 관련된 배출의 0.7%를 차지하며, 이는 유기용제 사용 부문 전체 VOC 배출량의 0.3%에 해당됨  
 컷백 아스팔트에 의한 VOC 배출량 추정은 전체 아스팔트 소비량 중 5%를 컷백 비율로 산정

• 컷백 아스팔트 VOC 삭감량(톤/년)

= 아스팔트 소비량(kl/년)×비중(kg/kl)×컷백비율 감소율×휘발성분 비율/1000

= 아스팔트 소비량(kl/년)×1.015 kg/kl×(5%-해당년도 컷백비율)×20%/1000

<표 4-72> 컷백아스팔트 사용 제한으로 인한 VOC 삭감량

(단위 : 톤/년)

구 분	2011년	2012년	2013년	2014년
삭감량	283	283	283	283

주 : 한국석유공사의 2010년 석유수급통계에서 서울시 아스팔트 소비량은 1,756천bb임.

- 주유소에 Stage II 설치

에너지 수송 및 저장 부문은 전체 VOC 배출량의 4.2%를 차지하며, 주유소 Stage II는 2007년부터 대기환경규제 지역에서 단계적으로 시행되고 있고, 2012년까지 순차적으로 확대 보급할 계획임(의무화 2008~2012). 이에 따라 Stage-II가 단계적으로 보급될 때 주유소 VOC 배출량의 50%가 저감될 것으로 가정함

<표 4-73> 유증기 회수설비 설치 의무화 적용 대상

연간 판매량(m³)	3,000 이상	2,000~3,000	1,000~2,000	500~1,000	300~500
적용시기	2008. 6. 30	2008. 12. 31	2010. 6. 30	2011. 6. 30	2012. 12.31

자료 : 수도권대기환경청, 「수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획(2005~2014)」, 2010.

<표 4-74> 서울시 주유소 유증기 회수설비 설치현황(2010년 12월 기준)

설치 대상	누 계			2008년			2009년			2010년			향후 설치
	계	의무	보조 사업	소계	의무	보조 사업	소계	의무	보조 사업	소계	의무	보조 사업	
663	523	403	120	173	146	27	178	124	54	172	133	39	140

주유소 Stage II 의무화에 대한 배출 저감량을 다음 식을 적용하여 산정하였으며, 2010년 서울 주유소 휘발유 판매량을 기초로 2011년 이후 100% 유증기 회수설치 설치 계획에 따라 2014년까지 VOC 748톤/년 삭감효과를 기대할 수 있는 것으로 나타났음

• 주유소 Stage II VOC 삭감량 (톤/년)

= 주유소 휘발유판매량(Mg/년)×배출계수×50%×Stage II 누적보급률/1000

= 주유소 휘발유판매량(Mg/년)×2.88(kg/Mg)×50%×Stage II 누적보급률/1000

<표 4-75> 주유소 Stage II 적용에 따른 VOC 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011	2012	2013	2014
삭감량	285	285	285	285

○ 저녹스버너 설치 확대

- 저녹스 버너는 일반버너와 크기가 비슷하기 때문에 일반버너를 교체하는 데에 추가적인 공간이 필요없이 간단하게 설치할 수 있으며, 2008년부터 2010년까지 3년간 총 1,200여기를 보급하여 420톤의 질소산화물을 삭감하였음
- 사업효과를 극대화하기 위하여 오염물질 배출량이 큰 3톤 이상 보일러부터 먼저 신청을 받아 지원하고 그 다음 1톤 이상, 0.3톤 이상 보일러 순서로 보조금이 소진될 때까지 지원할 계획임

<표 4-76> 저녹스 버너 설치지원 추진계획

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
저녹스버너 설치	381대	450대	500대	550대
예산(백만원)	4,200	4,500	4,700	5,000

- 새로운 시설에 도입되는 신규 보일러의 경우 100% 저NOx 보일러를 도입하고, 2014년에 신규 보일러가 전체 보일러에서 차지하는 비율이 25%라고 가정 하였으며, 2014년에 기존 일반 보일러의 교체비율과 신규 보일러의 도입 비율을 종합하여 전체의 70%가 저NOx 보일러로 교체 혹은 도입되는 것으로 가정하였음
- 일반 기름보일러를 교체하는 경우 평균배출농도의 30%, 일반가스보일러를 교체하는 경우 평균배출농도의 40%를 저감하는 것으로 가정하고, 상업 및 공공기관시설의 기타부문 중 LNG를 연료로 사용하는 경우의 배출량을 기준으로 저NOx 보일러로 교체하는 경우에 대해 40% 저감율을 적용

• 저NOx 보일러 설치 확대에 의한 삭감량  
 = 2014년 BAU 배출량 × 누적보급률(%) × 배출삭감율(40%)

<표 4-77> 저 NOx보일러 보급에 따른 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

연 도	2011	2012	2013	2014
NOx	1,754	3,508	8,770	12,277

## □ 에너지 관리대책

### ○ 집단에너지 공급 확대(지역 냉난방)

- 기존에 가동되고 있는 목동·노원 열병합발전소의 시설을 적극 활용하여 인근 지역으로 확대 보급하여 기존 아파트의 재건축 또는 신규 택지지구의 공동 주택에 지역난방을 공급하고 한국지역난방공사에서는 상암DMC지구, 은평 뉴타운, 송파신도시 등 신규택지지구를 위주로 공급

<표 4-78> 연차별 집단에너지 보급 계획

(단위 : 세대)

사업명	계	2010	2011	2012	2013	2014
집단에너지공급 (SH + 민간)	총계 535,619	475,772	516,770	535,619	535,619	535,619
	신규 65,619	5,772	40,998	18,849	-	-

주 : 기타 - 2010년(중계주공), 2011년(공릉육사), 2012년(중계재개발, 태릉현대)

• 지역난방 보급에 따른 오염물질 삭감량 = 집단에너지 보급호수(호) × 단위삭감량(kg)

<표 4-79> 지역난방 전환에 따른 단위삭감량(2001년 기준)

(단위 : kg/천호)

구 분	NOx	SOx	PM10	TSP
지역난방	3,809	1,799	43	62
기존난방	5,273	1,947	184	272
단위삭감량([2]-[1])	1,464	148	141	210

자료 : 국립환경과학원, 「수도권 대기총량관리제」, 2004.

<표 4-80> 지역난방 보급에 따른 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	757	784	784	784
SOx	71	74	74	74
PM10	73	76	76	76

○ 구역형 집단에너지(CES) 공급 확대

- 구역형 집단에너지(CES)는 상업 및 공공기관을 대상으로 기존의 난방방법을 대체하는 사업으로 2014년까지 수도권 전체 상업 및 공공기관 난방시설의 10%를 대체 하도록 계획되어 있음
- 서울시는 투자비 절감 및 사업운영의 안정성 확보를 위하여 기존 열병합발전소와 열수송관의 네트워크를 구성, 연계운전 가능 지역을 우선 추진하고, 향후 뉴타운 등 중·소규모 택지지구를 위주로 보급을 확대하며, 신정3 지구에 5,325세대, 신내지구 5,608세대에 CES를 공급할 계획임
- 집단에너지 공급기본계획에 제시된 CES 사업 추진에 따른 배출 저감량은 기존난방을 10% 대체한다고 할 때 NOx와 PM10의 배출량이 각각 7% 11.4% 저감되는 것으로 평가하고 있음

<표 4-81> CES 사업의 배출량 저감효과

구분	NOx	SOx	PM10
감소율 (기존난방대비10%대체율)	7.0%	11.6%	11.4%

<표 4-82> CES 사업에 따른 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	11	17	23	30
SOx	5	7	10	12
PM10	0.3	0.3	0.4	0.4

○ 신재생에너지 보급확대

- 서울시는 2006년~2009년 기간 동안 공공시설 116개소에 365억원을 집중 투자하여 태양광 3,145kw, 태양열 2,982m<sup>2</sup>, 지열 232RT, 연료전지 4.8MW였음
- 2007년 재생에너지 생산량은 187,754TOE로서 1997년에 비해 4배 증가하여, 빠른 증가세를 보이나 전체 에너지 사용량 대비 1.5% 수준으로 미미함
- 2000년부터 2007년까지 생산된 신재생에너지 가운데 대부분이 폐기물과 바이오에너지로 전체의 97% 이상을 차지하고 있어 신재생에너지 원별 보급 전략이 폐기물 에너지에 집중되어 있음
- 그리고 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에 신재생에너지 시설에 대한 투자비 비율을 공공부문은 총공사비의 5% 이상을 의무화하고, 민간 부문은 1% 이상을 권장하고 있음

<표 4-83> 신재생에너지 보급 확대 추진계획

구분		2011년	2012년	2013년	2014년	
추진계획	수소	발전용(MW)	8.2	18.2	28.2	38.2
	연료전지*	가정용(kW)	350	650	1,050	1,550
		태양광(kw)	40,631	49,368	60,134	73,421
	태양열(m <sup>2</sup> )	127,749	151,766	181,691	219,044	
	지열(MW)		577	693	833	
	하수열(MW)		44	57	76	
	바이오에너지 회수(toe)				22,000	
	음식폐기물 바이오가스(toe)	-	-	-	6,500	

• 신재생에너지 보급 삭감량 = k · 보급주택수

ERf : 당해년도 배출 삭감량(kg)

k : 단위삭감량(kg/호)=(당해년도배출량(kg))/(수도권전체가구수(호))

보급주택수 = 총 공급되는 폐기물보급열량/1가구당 연간 사용에너지

<표 4-84> 신재생에너지 보급에 의한 가구당 평균 단위삭감량

(단위 : kg/호)

구 분	NOx	PM10	VOC
단위 삭감량	5.40	0.12	0.22

<표 4-85> 주택 1가구당 사용에너지(2007년 기준)

구분	서울기존난방(kcal)	전체 가구수 (호)	기존난방(kcal/호)
주택 1가구당 사용에너지 (2007년 기준)	4,516.2×1010	3,172,505	1.42×107

자료 : 에너지 경제연구원, '에너지 총조사 보고서(2008)  
통계청, 인구 주택 총 조사 보고서(2008)

<표 4-86> 신재생에너지 보급 확대에 따른 대기오염물질 배출 삭감량

(단위 : 톤/년)

구분	2011	2012	2013	2014
NOx	69	1,755	2,127	2,676
PM10	1.5	41	50	63
VOC	2.8	77	93	113

## □ 비산먼지 및 신규배출원 관리대책

### ○ 도로 비산먼지 관리

- 현재 1~2회 1일 도로물청소를 1일 1회로, 이면도로의 경우 2~3일 1회를 1~2일 1회로 강화하고, 겨울철 결빙으로 도로 물청소가 불가능한 경우 진공흡입 분진청소차를 2014년까지 100대 도입하여 도로청소를 시행할 계획임

<표 4-87> 도로청소 연차별 추진계획

구 분		2011년	2012년	2013년	2014년
추진 계획	물청소 확대, 도로분진청소차 운영	83만km	91만km	97만km	105만km
	도로분진청소차 도입*	13대	37대	25대	25대
	뒷골목 물청소 차량 도입		40대	40대	40대
예산	물청소 확대, 도로분진청소차 운영	1,450	1,225	1,300	1,450
	도로분진청소차 도입	1,320 (8,800)	5,280 (3,520)	3,300 (2,200)	3,300 (2,200)
	뒷골목 물청소 차량 도입		4,000	4,000	4,000

주 1: \* Global ToP 5 생태분야 실행계획의 보급물량

2: 분진흡입차량 예산 : 2011년 시비: 구비=60:40 수준으로 추진하나, 2012년 이후 시비:구비 비율 미정

○ 기타 비산먼지 관리

- 공사장·사업장 먼지 저감대책

비산먼지를 발생하는 공사장 중 연면적이 10,000m<sup>2</sup> 이상의 건설공사장이나 토목 공사장 등 특별관리 대형공사장 441개소와 시멘트·레미콘 등 먼지발생 사업장 51개소 등 먼지를 많이 배출할 우려가 있는 492개소를 우선 관리대상으로 지정하고, 월 1회 이상 지도점검을 실시하여 이행여부를 확인

기타 공사장에 대하여도 관리를 강화하고, 각종 공사설계 및 허가 시설 공사 시방서에 먼지저감을 위한 세부이행 사항을 명시하여 시공토록 함으로써 공사장에서 발생하는 먼지를 억제하고 있음

레미콘 등 먼지다량 배출사업장에 대하여는 야적물질 보관을 위한 밀폐시설 과 배기 부위에 집진 시설을 설치토록 하고, 연 2회 이상 환경오염도 검사를 실시하여 인근지역의 먼지오염 영향을 최소화하고 있음

- 생활주변 먼지저감 대책

생활주변 미세먼지 발생원인 학교운동장·나대지·소규모 공사장·한강둔치 등은 발생원 자체의 다양한 분포와 미세먼지 발생패턴의 상이성으로 인하여, 당해 오염물질의 발생량과 오염도의 저감 및 관리방향을 일률적으로 규정하기가 곤란한 실정이나, 학교 운동장의 경우, 먼지가 많이 발생하는 마사토로 된 학교 운동장의 교체주기 설정, 주기적인 물뿌리기, 먼지안정제 살포 지원, 스프링클러 설치, 잔디 운동장 조성 등을 추진

<표 4-88> 생활주변 미세먼지 발생원 저감관리방향

발생원	오염도 변이성 유발요인	저감관리방향
학교운동장	세부·국지적 위치	잔디조성, 마사토 포장, 먼지 억제제 살포
나대지	(뚜렷한 유발요인 없음)	나대지 전체지역을 대상으로 일괄적 저감 관리 도모
소규모 공사장	공사 진척단계	철거 및 굴착·구조물 기초·구체 및 부대공사·마감공사 및 공사 종료 후 단계별 저감 도모
한강 둔치	계절적 요인	초지는 계절적 요인제어, 공지는 나대지에 준하는 관리 도모

## □ 기후변화 대응관련 대책

### ○ 건물에너지 합리화 사업(BRP)

- 에너지 진단을 통하여 열, 전기 등의 에너지 손실과 비효율적이고 낭비적인 부분을 찾아내 건물의 조명, 냉난방, 공조시스템, 단열, 지붕, 창문개선 등을 통하여 건물의 에너지 사용량을 줄이거나 에너지 이용 효율을 높이는 사업
- BRP 사업의 일환으로 에너지 사용량을 10% 이상 줄일 수 있는 서울특별시 친환경 건축기준을 충족하는 건물로 리모델링하는 시범사업을 2008년 3월부터 공공부문에 선도적으로 실시하고 있으며, 2009년에는 소방서 등 14개 사업소에서 시행하여 2010년 4월까지 공공부문에서 총 76동, 민간부문에서 총 57동을 대상으로 실시하였음
- 연차적으로 기존 공공건물에 대하여 에너지 진단을 실시하여 에너지 절약과 건물의 운영비 절감수익이 클 것으로 예상되는 건축물에 대하여 건물에너지 합리화사업을 확대 추진을 검토하고 있으며, 또한 민간 부문의 건축물에 대하여도 초기 투자비 용자지원 등 인센티브 제도와 리모델링 건축물과의 효율적 연계 추진을 통하여 친환경 건축물로 조성될 수 있도록 유도해 나갈 계획임

<표 4-89> 건물에너지합리화사업 추진계획

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
추진계획	계	215개소	315개소	515개소	514개소
	공공부문	15개소	15개소	15개소	14개소
	민간부문	200개소	300개소	500개소	500개소
예산(백만원)		3,600	4,500	4,500	4,200

주 : 민간부문 BRP는 기후변화기금 용자 지원 : 매년 300억 규모

- 에너지 절감이 건물 난방에너지에만 적용하는 것으로 가정하여 2009년 가정 및 상업, 공공 부문의 전체 에너지 소비량 중 전력 소비량을 제외한 비율(0.61)을 적용하였음



<표 4-90> 건물에너지합리화 사업에 따른 대기오염물질 배출 저감량 (단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	88	145	212	292
PM10	2	3	4	6
SOx	8	11	14	16

○ 실내 냉난방 조절규범 관리강화

- 공공기관 등을 대상으로 실내 냉난방 온도 기준 설정 및 에너지 절감을 유도해 나가고, 이를 위해 냉방온도 28℃ 이상, 난방온도 18℃ 이하 온도 기준을 준수하며 정부 및 공공기관을 대상으로 에너지 절감을 유도하는 에너지 목표관리제를 실시하고 있음
- 2014년까지 2008년~2009년 에너지 평균사용량 21,816toe 대비 14% 절감 목표를 수립하고 시·구청사 26개소에서 3,054toe를 전력저감장치 설치, 건물 단열보강 등을 통해 에너지절감을 추진할 계획임

<표 4-91> 공공청사 에너지 절감 목표관리 추진계획

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
추진계획	2,181.6toe (10%)	218.1toe (1%)	218.1toe (1%)	218.1toe (1%)	218.1toe (1%)
예산(백만원)	7,100	4,083	4,215	4,200	4,200

주 : 공공청사 에너지절감 추진은 자치구 예산을 포함하는 금액임.

- 실내 냉난방 조절 규범의 관리기준 강화에 의한 오염물질 배출량 저감량 산정은 에너지 절감률은 일반건물의 70%로 하며, 배출 삭감량은 총 대상 배출량에서 온도를 1℃ 낮출 경우의 7.0%의 에너지 절감률이 달성된다고 가정하고, 대상 건축물중 온도저감에 참여하는 비율 및 목표로 하는 저감온도를 결정하면 이에 따른 에너지 절감률을 구해서 배출 삭감량을 산정함

<표 4-92> 실내 냉난방 조절규범 강화에 따른 대기오염물질 배출 삭감량 (단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
NOx	799	805	812	819

## 5. 대기오염물질별 삭감효과

### □ 질소산화물(NOx)

- 시행계획의 보완과정에서 2011년~2014년 기간 동안 서울시 대기환경 개선 관련 예산집행 계획에 근거한 사업물량을 반영하여 연도별 질소산화물 삭감량을 산출하였으며, 2014년도에 서울시의 질소산화물 총 삭감 가능량은 82,347톤 수준이며, 기본계획의 목표삭감량은 77,921톤으로 목표 삭감량 대비 105.7% 저감효과 달성이 가능한 것으로 분석되었음

<표 5-1> 서울시 목표삭감량 대비 NOx 삭감 달성비율

(단위 : 톤/년)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
삭 감 량 (A)	자동차 관리대책	32,673	36,138	39,768	43,244
	비도로이동오염원	650	1,170	17,274	19,122
	사업장관리	1,863	2,044	2,537	3,103
	면오염원 관리	1,754	3,508	8,770	12,277
	에너지관리	836	2,556	2,934	3,490
	기후변화 대책	887	950	1,024	1,111
	삭감량 합계(A)	38,662	46,366	72,002	82,347
BAU 배출량 (B)		115,873	116,922	117,757	119,234
지역배출허용총량		66,964	58,414	49,863	41,313
목표 삭감량(C)		48,909	58,508	67,894	77,921
달성율(A/C)		79.0%	79.2%	106.1%	105.7%

주 : 1차 시행계획의 NOx 저감량은 2011년 35,080톤, 2012년 40,811톤, 2013년 46,421톤, 2014년 51,683톤으로 달성율이 170.3%, 143.2%, 128.2%, 116.1% 수준이었음.

- 삭감부문별로 NOx 삭감량을 살펴보면, 전체 삭감량 중에서 자동차 관리대책 부문에서 가장 많은 저감효과가 있는 것으로 나타났음
- 2014년의 경우 전체 삭감량 가운데 52.9%를 차지하며, 시행계획 보완대책에서 새롭게 추가된 기후변화 대응 대책에 의한 저감량은 약 1.4% 정도 수준임
- 제작차의 배출허용기준 강화, 도로비도로 이동오염원의 배출허용기준 강화에 의한 삭감효과가 크게 나타나고 있어, 서울시에서 독자적으로 추진하기보다는 중앙정부에서 주도적으로 추진함으로써 서울시에서 파생적으로 확보되는 삭감효과가 많은 부분을 차지하고 있음

- 전체적으로 1차 시행계획과 보완계획에 따른 저감량이 대폭 증가하였으나, 장래 BAU 배출량의 증가량과 시도간 지역배출허용총량 조정협약에 의해 인천으로 4,835톤이 이관됨에 따라 서울시의 삭감요구량이 크게 증가되어 달성율은 1차 시행계획보다 낮게 나타났음

<표 5-2> 서울시 연도별·부문별 NOx 삭감량 및 비율

(단위 : 톤, %)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
자동차 관리대책	32,673 (84.5%)	36,138 (77.9%)	39,768 (55.0%)	43,244 (52.5%)
비도로이동오염원	650 (1.7%)	1,170 (2.5%)	17,274 (23.9%)	19,122 (23.2%)
사업장관리	1,863 (4.8%)	2,044 (4.4%)	2,537 (3.5%)	3,103 (3.8%)
면오염원 관리	1,754 (4.5%)	3,508 (7.6%)	8,770 (12.1%)	12,277 (14.9%)
에너지관리	836 (2.5%)	2,556 (5.5%)	2,934 (4.1%)	3,490 (4.2%)
기후변화 대책	887 (2.3%)	950 (2.0%)	1,024 (1.4%)	1,111 (1.3%)
총계	38,662	46,366	72,306	82,347

<표 5-3> 삭감대안별 NOx 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014	
자동차 관리대책	제작차 관리	배출허용기준 강화	제작차	19,719	23,093	26,065	28,985	
			배출허용기준 강화 소계	19,719	23,093	26,065	28,985	
		저공해 자동차 보급	전기차	전기버스	6	18	42	90
				전기택시	0	0	0	1
				전기승용차	0	0	2	5
				전기이륜차	0	0	0	1
			CNG	시내버스	5,576	5,740	6,050	6,201
				청소차	197	254	260	262
				마을버스	588	638	645	647
			CNG-하이브리드	1	7	19	31	
	저공해자동차 보급 소계	6,369	6,658	7,019	7,239			
	제작차 관리 계	26,088	29,752	33,084	36,224			
	운행자동차 관리	배출가스 관리	검사제도 강화	1,640	1,663	1,686	1,709	
		배출가스 저감장치 부착	특정경유차량 관리강화	DOC,DPF,pDPF				
				LPG 개조	61	43	37	24
				PM-Nox 동시저감	0	47	141	234
				조기폐차	1,339	740	747	467
		배출가스 저감장치 부착 소계	1,400	830	924	725		
		연료품질 개선		155	120	93	75	
		공회전 단속	공회전 제한지역	차고지, 터미널, 자동차극장	107	97	96	95
			공회전 제한장치 부착	CNG 버스 부착	2	14	26	28
			민간 공회전 억제		51	52	52	53
	운행자동차 관리 계	3,510	2,893	2,971	2,761			
	교통수요 관리	승용차 요일제		1,203	1,270	1,331	1,407	
		환경지역 지정	서울	1,502	1,519	1,528	1,554	
		버스 인프라 확충	버스 전용차로 확대	81	81	86	95	
		교통신호 체계 개선		3	50	101	154	
		자전거 이용을 제고	전용도로 확대	0	0	0	0	
		대중교통 체계 확산	대중교통분담을 증대	286	572	667	1,048	
		교통수요관리 계	3,075	3,493	3,713	4,259		
	자동차 관리대책 총계				32,673	36,138	39,768	43,244

(<표 5-3>계속) 삭감대안별 NOx 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014
비도료이동 오염원	건설기계	배출허용기준 강화	건설기계	629	827	1,025	1,222
		건설기계 관리 강화	배출가스 저감장치 부착	21	344	1,203	2,062
		건설기계조기폐차		0	0	360	960
		배출가스검사 및 정비		0	0	14,686	14,878
비도료이동오염원 총계				650	1,170	17,274	19,122
사업장 관리대책	대형사업장	총량관리		984	1,055	1,437	1,892
	중소사업장	배출허용기준 강화		628	735	841	948
		자율환경관리		0	0	0	0
		저황유 사용 확대					
		소형소각시설 폐쇄		250	254	259	263
중소사업장 계				878	989	1,100	1,211
사업장 관리대책 총계				1,863	2,044	2,537	3,103
면오염원 관리대책	저Nox 보일러 보급			1,754	3,508	8,770	12,277
	면오염원 관리대책 총계			1,754	3,508	8,770	12,277
에너지 관리	지역난방 공급확대			757	784	784	784
	구역형 집단에너지			11	17	23	30
	신재생에너지 확대			69	1,755	2,127	2,676
	에너지관리 총계			836	2,556	2,934	3,490
기후변화	에너지 고효율화	친환경인증 강화		0	0	0	0
		BRP 사업 확대		88	145	212	292
		냉난방1도조절		799	805	812	819
	기후변화 대책 총계			887	950	1,024	1,111
<b>총 삭감량(톤)</b>				<b>38,662</b>	<b>46,366</b>	<b>72,306</b>	<b>82,347</b>

□ 황산화물(SOx)

- 2014년에 서울시의 황산화물 배출량은 3,626톤 수준이며, 배출허용총량은 6,375톤으로 할당되어 2011년~2014년 기간 동안 배출허용총량을 만족하는 것으로 나타났으나, 이에 저감대책별 황산화물 삭감 가능량만을 살펴보면, 2014년에 198톤 정도 삭감가능함

<표 5-4> 서울시 목표삭감량 대비 SOx 삭감 달성비율

(단위 : 톤/년)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
삭 감 량 (A)	자동차 관리대책	4	4	4	4
	비도로 이동오염원	0	0	9	24
	사업장관리	61	63	65	68
	에너지관리	76	81	84	86
	도시관리	0	0	0	0
	기후변화 대책	8	11	14	16
	삭감량 합계(A)	149	158	176	198
BAU 배출량 (B)		4,607	4,180	3,857	3,626
지역배출허용총량		5,744	5,954	6,165	6,375
목표 삭감량(C)		-1,137	-1,774	-2,308	-2,749
달성율(A/C)		-	-	-	-

주 : 1차 시행계획의 SOx 저감량은 2011년 3,414톤, 2012년 3,833톤, 2013년 4,364톤, 2014년 4,8476톤으로 달성율이 193.4%, 212.1%, 225.5%, 225.9% 수준이었음.

- 2014년을 기준으로 삭감부문별로 보면 2014년의 경우 전체 삭감량 가운데 에너지 관리대책에서 43.4%, 사업장 관리대책에서 34.3% 저감이 가능한 것으로 나타났음

<표 5-5> 서울시 연도별·부문별 SOx 삭감량 및 비율

(단위 : 톤, %)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
자동차 관리대책	4 (2.5%)	4 (2.3%)	4 (2.2%)	4 (2.2%)
비도로 이동오염원관리	0 (0.0%)	0 (0.0%)	9 (5.0%)	24 (12.0%)
사업장관리	61 (41.1%)	63 (39.6%)	65 (37.1%)	68 (34.3%)
에너지관리	76 (51.1%)	81 (51.1%)	84 (47.7%)	86 (43.4%)
도시관리	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
기후변화 대책	8 (5.4%)	11 (6.9%)	14 (8.0%)	16 (8.1%)
총계	149 (100%)	158 (100%)	176 (100%)	198 (100%)

<표 5-6> 삭감대안별 SOx 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014
자동차 관리	교통수요 관리	버스전용차선		4	4	4	4
	자동차관리 계			4	4	4	4
사업장 관리대책	대형사업장	총량관리		15	17	18	20
	중소사업장	자율환경관리					
		저항유 사용 확대					
		소형소각시설 폐쇄		46	47	47	48
	중소사업장 소계			46	47	47	48
사업장관리대책 계			61	63	65	68	
비도로이동 오염원 관리대책	폐차지원			0	0	9	24
	비도로이동오염원관리대책 계			0	0	9	24
에너지 관리	지역난방 공급확대			71	74	74	74
	구역형 지역난방 보급			5	7	10	12
	에너지관리 계			76	81	84	86
기후변화	에너지 고효율화	친환경인증 강화					
		BRP 사업 확대		8	11	14	16
	기후변화 대책 계			8	11	14	16
<b>총 삭감량(톤)</b>				<b>149</b>	<b>158</b>	<b>176</b>	<b>198</b>

□ **미세먼지(PM-10)**

- 2014년 서울시의 미세먼지 총 삭감 가능량은 2,550톤 수준이며, 목표 삭감량은 1,502톤으로 목표 삭감량 대비 170% 목표 달성이 가능한 것으로 분석되었음

<표 5-7> 서울시 목표삭감량 대비 PM10 삭감 달성비율

(단위 : 톤/년)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	
삭감량 (A)	자동차 관리대책	1,302	1,466	1,565	1,611
	비도روي동오염원	29	61	675	761
	사업장 관리	22	26	29	33
	에너지 관리	75	117	126	139
	도시관리	0	0	0	0
	기후변화 대책	2	3	4	6
	삭감량 합계(A)	1,430	1,673	2,399	2,550
BAU 배출량 (B)	4,076	4,109	4,156	4,204	
지역배출허용총량	3,252	3,069	2,885	2,702	
목표 삭감량(C)	824	1,040	1,271	1,502	
달성율(A/C)	173.5%	160.8%	188.8%	169.7%	

주 : 1차 시행계획의 PM10 저감량은 2011년 2,024톤, 2012년 2,194톤, 2013년 2,432톤, 2014년 2,630톤으로 달성율이 196.5%, 187.4%, 182.6%, 176.3% 수준이었음.

- 보완 계획에 따른 PM10 삭감량은 1차 시행계획 삭감량보다 9.7% 감소하였으며, 삭감부문별로 2014년의 경우 전체에서 약 63.2%가 자동차 관리대책 부문이며, 다음으로 비도로 이동오염원과 에너지 관리대책에서 각각 29.8%, 5.4%임

<표 5-8> 서울시 연도별·부문별 PM10 삭감량 및 비율

(단위 : 톤, %)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
자동차 관리대책	1,302 (91.1%)	1,466 (87.6%)	1,565 (65.2%)	1,611 (63.2%)
비도روي동오염원	29 (2.1%)	61 (3.7%)	675 (28.1%)	761 (29.8%)
사업장관리	22 (1.5%)	26 (1.6%)	29 (1.2%)	33 (1.3%)
에너지 관리	75 (5.2%)	117 (7.0%)	126 (5.2%)	139 (5.4%)
도시관리	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
기후변화 대책	2 (0.1%)	3 (0.2%)	4 (0.2%)	6 (0.2%)
총계	1,430 (100%)	1,673 (100%)	2,399 (100%)	2,550 (100%)



<표 5-9> 삭감대안별 PM10 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014		
자동차 관리대책	제작차 관리	배출허용기준 강화	제작차		477	582	663	745	
			배출허용기준 강화 소계		477	582	663	745	
		저공해 자동차 보급	전기차	전기버스		0.0	0.0	0.0	0.0
				전기택시		0.0	0.0	0.0	0.0
				전기승용차		0.0	0.0	0.0	0.0
				전기이륜차		0.0	0.0	0.1	0.3
			CNG	시내버스		297	297	297	297
				청소차		10	11	11	11
				마을버스		28	29	29	29
			CNG-하이브리드		0.0	0.2	0.4	0.7	
		저공해자동차 보급 소계		334	337	338	339		
	제작차관리 계				811	920	1,001	1,084	
	운행자동차 관리	배출가스 저감장치부착	특정경유차량 관리강화	DOC,DPF,pDPF	327	428	446	428	
				LPG 개조	1.3	0.7	0.4	0.4	
				PM-Nox 동시저감	0	0	1	2	
				조기폐차	105	57	57	33	
			배출가스저감장치부착 소계		433	486	505	464	
		연료품질 개선			19	17	10	8	
		공회전 단속		공회전 제한지역	1	0	0	0	
		운행자동차 관리 계				452	504	516	472
	교통수요 관리	승용차 요일제			1	1	1	1	
		환경지역 지정		서울	33	33	34	35	
		버스 인프라 확충		전용차로 확대	4	4	4	4	
		교통신호 체계 개선			0	5	10	15	
		자전거 이용을 제고		전용도로 확대	0.0	0.0	0.0	0.0	
		교통수요관리 계			38	43	48	55	
	자동차관리대책 계				1,302	1,466	1,565	1,611	

(<표 5-9> 계속) 삭감대안별 PM10 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014
비도로이동 오염원	건설기계	배출허용기준 강화	건설기계	28	40	52	64
	건설기계 관리 강화	배출가스 저감장치 부착		1	21	72	105
	건설기계 조기폐차	20년 이상 연식		0	0	21	55
	배출가스검사 및 정비			0	0	530	537
	비도로이동오염원 계			29	61	675	761
사업장 관리대책	중소사업장	배출허용기준 강화		20	24	27	31
		소형소각시설 폐쇄		2	2	2	2
		중소사업장 계		22	26	29	33
	사업장 관리대책 계			22	26	29	33
에너지 관리	지역난방 공급확대			73	76	76	76
	구역형 집단에너지			0	0	0	0
	신재생에너지 확대			2	41	50	63
	에너지관리 계			75	117	126	139
기후변화 대응	에너지 고효율화	친환경인증 강화		0	0	0	0
		BRP 사업 확대		2	3	4	6
	기후변화대응 계			2	3	4	6
총 삭감량(톤)				1,430	1,673	2,399	2,550

□ 휘발성유기화합물(VOC)

- 2014년에 서울시 VOC의 총 삭감 가능량은 56,925톤 수준이며, 목표 삭감량인 52,618톤과 비교할 경우 목표 삭감량 대비 108.2% 목표달성이 가능함

<표 5-10> 서울시 목표삭감량 대비 VOC 삭감 달성비율

(단위 : 톤/년)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년
삭 감 량 (A)	자동차 관리대책	8,335	9,693	10,377	11,207
	비도료이동오염원관리	36	54	1,658	1,699
	사업장 관리대책	5	5	5	5
	면오염원 관리	23,608	27,220	35,265	43,900
	에너지관리	3	77	94	114
	기후변화 대책	0	0	0	0
	삭감량 합계(A)	31,987	37,049	47,399	56,925
BAU 배출량 (B)		99,689	101,848	104,284	106,892
지역배출허용총량		77,429	69,044	60,659	54,274
목표 삭감량(C)		22,260	32,804	43,625	52,618
달성율(A/C)		143.7%	112.9%	108.7%	108.2%

주 : 1차 시행계획의 VOC 저감량은 2011년 58,847톤, 2012년 66,845톤, 2013년 74,478톤, 2014년 81,833톤으로 달성율이 247.0%, 203.5%, 176.7%, 158.5% 수준이었음.

- 보완계획의 총 삭감량은 1차 시행계획 삭감 가능량보다 약 30.4% 감소하였으나, 저감후 배출량이 49,967톤으로 지역배출허용총량 54,274톤의 목표 달성이 가능함
- 삭감부문별로는 2014년의 경우 면오염원 관리대책에서 77.1%, 자동차 관리 대책에서 19.7%를 차지하는 것으로 나타났음

<표 5-11> 서울시 연도별부문별 VOC 삭감량 및 비율

(단위 : 톤, %)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년
자동차 관리대책	8,335 (26.1%)	9,693 (26.2%)	10,377 (21.9%)	11,207 (19.7%)
비도료이동오염원 관리	36 (0.1%)	54 (0.1%)	1,658 (3.5%)	1,699 (3.0%)
사업장관리	5 (0.0%)	5 (0.0%)	5 (0.0%)	5 (0.0%)
면오염원 관리	23,608 (73.8%)	27,220 (73.5%)	35,265 (74.4%)	43,900 (77.1%)
에너지 관리	3 (0.0%)	77 (0.2%)	94 (0.2%)	114 (0.2%)
기후변화 대책	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
총계	31,987 (100%)	37,049 (100%)	47,399 (100%)	56,925 (100%)

<표 5-12> 삭감대안별 VOC 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014	
자동차 관리대책	제작차 관리	배출허용기준 강화	제작차		5,172	6,512	7,123	7,826
			배출허용기준 강화 소계		5,172	6,512	7,123	7,826
		저공해 자동차 보급	전기차	전기버스	1	3	8	16
				전기택시	0	0	0	0
				전기승용차	0	0	2	5
				전기이륜차	2	12	31	84
			CNG-하이브리드		0	3	7	11
		저공해자동차 보급 소계		4	19	48	117	
	제작차관리 계				5,176	6,530	7,171	7,943
	운행자동차 관리	배출가스 관리제도 개선	정밀검사 강화		1,605	1,628	1,651	1,674
		배출가스 저감장치부착	특정경유차량 관리강화	DOC,DPF,pDPF	577	602	591	589
				LPG 개조	64	26	10	14
				조기폐차	96	76	77	55
		배출가스저감장치 부착 소계		737	704	678	658	
		공회전 단속	공회전 제한지역		118	95	95	94
			공회전 제한장치		2	2	3	3
	운행자동차 관리 계				2,462	2,429	2,427	2,429
	교통수요 관리	승용차 요일제			679	664	657	652
		버스 인프라 확충	전용차로 확대		17	17	18	19
		교통신호 체계 개선			2	54	105	163
					0	0	0	0
		교통수요관리 계				698	734	780
	자동차 관리대책 계				8,335	9,693	10,377	11,207

(<표 5-12> 계속) 삭감대안별 VOC 삭감량 총괄

(단위 : 톤/년)

대분류	중분류	세분류	세세분류	2011	2012	2013	2014
비도료이동 오염원	건설기계	배출허용기준 강화	건설기계	36	54	72	90
		배출가스 검사 및 정비		0	0	1,586	1,610
	비도료이동오염원 계			36	54	1,658	1,699
사업장 관리대책	중소사업장	소형소각시설 폐쇄		5	5	5	5
		중소사업장 관리대책 소계			5	5	5
	사업장 관리대책 계			5	5	5	5
면오염원 관리대책	건축용 도료관리강화	유기용제함량제한		2,710	3,374	5,223	7,191
	VOC 비산배출기준강화			17,299	18,588	23,021	26,147
	소비재 유기용제 관리			3,031	4,689	6,452	9,994
	아스팔트 포장방법 개선	컷백아스팔트사용제한		285	285	285	285
	주유소 Stage II 기준적용			283	283	283	283
	면오염원 관리대책 계			23,608	27,220	35,265	43,900
에너지 관리	지역난방 공급확대			0	0	0	0
	신재생에너지 확대			3	77	93	113
	청정연료 확대			0	0	0	0
	에너지 관리 계			3	77	94	114
기후변화	에너지 고효율화	친환경인증 강화		0	0	0	0
		BRP 사업 확대		0.0	0.0	0.0	0.0
	기후변화 대책 계			0	0	0	0
총 삭감량(톤)				31,987	37,049	47,399	56,925

## 6. 비용효과 분석

### □ 예산계획

- 각 부문별로 예산 투자액을 살펴보면 전체적으로 자동차 관리 부문에 약 49~86% 정도의 예산을 투자하는 것으로 나타났으며, 다음으로 에너지관리 부문으로 9~47% 정도 투자하는 것으로 나타났음

<표 6-1> 서울시 대기환경 개선 시행계획 보완에 따른 부문별 투자 예산 계획

(단위 : 백만원)

구분		총계	2011	2012	2013	2014
자동차 관리대책	국비	188,387	40,659	53,138	44,622	49,968
	지방비	1,468,052	159,813	317,554	360,727	629,958
	합계	1,656,439	200,472	370,692	405,349	679,926
비도로 이동오염원	국비	1,960	140	140	840	840
	지방비	20,340	70	3,150	8,560	8,560
	합계	22,300	210	3,290	9,400	9,400
면오염원관리	국비	13,168	3,025	3,214	3,357	3,571
	지방비	5,257	1,200	1,286	1,343	1,429
	합계	18,425	4,225	4,500	4,700	5,000
에너지관리	국비	-	0	0	0	0
	지방비	517,411	192,174	140,188	112,096	72,953
	합계	517,411	192,174	140,188	112,096	72,953
비산먼지관리	국비	-	0	0	0	0
	지방비	27,380	1,370	9,990	8,010	8,010
	합계	27,380	1,370	9,990	8,010	8,010
기후변화대책	국비	-	0	0	0	0
	지방비	48,210	10,761	12,083	12,583	12,783
	합계	48,210	10,761	12,083	12,583	12,783
과학적관리	국비	-	0	0	0	0
	지방비	8,350	1,599	2,921	1,930	1,900
	합계	8,350	1,599	2,921	1,930	1,900
총계	국비	203,515	43,824	56,492	48,819	54,379
	지방비	2,095,000	366,987	487,172	505,249	735,593
	합계	2,298,515	410,811	543,664	554,068	789,972

- 이는 서울시 대기환경 개선의 주된 대상인 자동차에 대하여 가장 많은 투자를 하여 많은 오염물질 삭감효과를 기대하는 것으로 파악할 수 있으며, 신재생 에너지 보급 확대에 대한 많은 비중의 투자는 에너지 수급 및 기후·환경문제의 동시 해결로 지속가능한 성장을 실현할 수 있는 저탄소 녹색성장 패러다임의 여건 변화를 충분히 수용한 대기·에너지·기후변화 통합관리를 추진하여 요소 상호간 시너지 효과를 도모 것임
- 한편 서울시는 대기질 개선 시행계획 및 보완계획에서 선정하고 있는 각종 대책 가운데 정부(중앙정부, 지자체)의 예산 지원이 필요한 대책들의 재원 조달 방식을 정리하면 다음 표와 같음

<표 6-2> 대기질 개선대책 항목 재원조달 방식

구분	대책	재원 조달 방식
저공해차 보급	전기차 / 전기이륜차 전기차 / 전기이륜차 충전소	국비 50%, 시비 50%
운행차 관리	DPF, p-DPF 부착 건설기계 저공해화 저공해 엔진 조기폐차 PM-NOx 동시저감 장치 보증기간 경과장치 성능유지	국비 50%, 시비 50%
교통수요 관리	환경지역 지정 버스인프라 지속 확충 자전거 도로 네트워크 구축 친환경 노면전차 도입	시비 100%
	공회전 제한장치 부착	국비 25%, 시비 75%
	지하철 연장 건설	국비 포함
	경전철 건설 복합환승센터, 환승주차장 건립	민간 투자 포함
면오염원 관리	저NOx 버너 보급 주유소 유증기 회수시설 설치	국비 50%, 시비 20%, 자부담 30% 국비 20%, 시비 10%, 자부담 70%
비산먼지 관리	도로재비산먼지제거 장치	국비 50%, 시비 50%
에너지관리	신재생에너지 보급 확대	민간 투자 포함
과학적 대기환경 관리	대기환경정보 통합관리시스템 구축 Clean Air 협의체 발족 동북아 협의체 강화	시비 100%

## □ 비용효과 분석

- 비용효과 분석(Cost-Effectiveness analysis)은 대기환경 개선을 위한 다양한 대책들 가운데 우선순위를 판단할 수 있는 기초자료로 활용할 수 있으므로, 시행계획의 보완과정에서 제시된 다양한 대책 추진에 따른 오염물질 배출량 감량과 소요예산을 통해 비용효과를 분석하였음
- 저NO<sub>x</sub> 버너 보급의 면오염원 관리에서 NO<sub>x</sub> 오염물질에서 비용효과가 가장 높게 나타나고 있으며, 이러한 이유는 2011년~2014년 기간 동안 저NO<sub>x</sub> 버너 보급의 소요예산은 대형 보일러 중심의 지원 보조금으로 책정되었으나, 오염물질 저감량은 2014년 일반 가정 및 상업보일러의 75%가 교체되었을 때의 저감량 수준임을 고려할 경우, 투자비용 대비 대기오염물질 저감효과가 크게 나타나기 때문임
- 질소산화물(NO<sub>x</sub>)의 경우, 건설기계 저공해 장치 부착 및 노후 건설기계 조기폐차 유도 등 비도로 이동오염원의 비용효과가 85.75톤/억원, 자동차 관리대책 중 제작차 관리에서 22.55톤/억원으로 높게 나타나고 있음
- 미세먼지(PM10)에서는 제작차 관리 0.67톤/억원, 건설기계 관리 3.41톤/억원의 비용효과가 있는 것으로 분석되었으며, 황산화물(SO<sub>x</sub>)의 비용효과 분석에는 비도로 이동오염원에서 0.11톤/억원, 면오염원 대책에서 0.37톤/억원임
- 그리고 휘발성 유기화합물에서는 제작차 관리에서 4.94톤/억원, 건설기계 저공해 장치 부착 및 노후 건설기계 조기폐차 유도 등 비도로 이동오염원에서 7.62톤/억원, 면오염원관리 238.29억원/톤의 비용효과가 있는 것으로 나타났음

<표 6-3> 서울시 부문별·물질별 비용효과

(단위 : 톤/억원)

구분		NO <sub>x</sub>	PM10	SO <sub>x</sub>	VOC
자동차 관리대책	제작차 관리	22.55	0.67	0.00	4.94
	운행차 관리	0.74	0.13	0.00	0.65
	교통수요 관리	0.38	0.00	0.00	0.07
	합계	1.68	0.12	0.05	0.49
비도로이동오염원		85.75	3.41	0.11	7.62
면오염원 관리		79.81	0.18	0.37	238.29
에너지관리		0.67	0.03	0.02	0.02
기후변화 대책		1.96	0.01	0.03	0.00



## 7. 시행계획 추진체계

### □ 정책수단별 이행 책임기관

- 맑은환경본부는 기후변화에 대응하여 녹색성장 선도도시를 구현하면서, 건강하고 쾌적한 생활환경과 지속가능한 발전을 실현하는 세계적인 환경도시로 가꾸어 나가기 위한 대기질 개선 종합대책을 추진하고 있음
- 도시교통본부는 보다 편리한 대중교통체계로의 개선을 통하여 버스, 지하철 등의 대중교통 수송분담율을 증가시키고 자동차의 통행량을 감축시키는 대책을 추진하고 있음
- 맑은서울시민시원회는 "서울특별시 맑은서울시민위원회의 설치 및 운영에 관한 조례(제4465호, '07. 1. 2 개정)"에 의하여 설치되었으며, 대기질 개선사업에 관한 자문, 심의·조정, 대기질 개선사업 추진의 기본방향 및 계획의 수립, 대기질 개선사업의 추진에 대한 부서간 협력·조정 및 지원, 대기질 개선사업의 추진상황에 대한 점검 및 평가, 대기질 개선사업에 대한 시민참여 및 홍보 등의 기능을 담당하고 있음

<표 7-1> 서울시 시행계획 보완 저감대책 목록표

대분류	중분류	세분류	세세분류	담당부서	
자동차 관리대책	제작차 관리	배출허용기준 강화	제작차	중앙정부	
		저공해 자동차 보급	제작 경유저공해차	중앙정부	
			전기차	서울시(맑은환경본부)	
			CNG차		
			CNG-하이브리드		
			전기차 충전인프라 구축		
	운행자동차 관리	배출가스 관리	검사제도 강화	중앙정부	
		배출가스 저감장치부착	특정경유차량 관리강화	서울시(맑은환경본부)	
			공회전 단속	공회전 제한지역	서울시(맑은환경본부)
				공회전 제한장치 부착	
		승용차 공회전 억제 유도			
	연료품질 개선		중앙정부		
	교통수요 관리	환경지역 지정	저공해 미이행 경유차 운행제한	서울시(맑은환경본부)	
		교통신호체계 운영개선			
		버스 인프라 확충	버스 전용차로 확대	서울시(도시교통본부)	
		대중교통분담율 제고	경전철, 노면전차 도입 환승편의시설 확충, 지하철 연장		
		승용차 요일제 확산정책		서울시(맑은환경본부)	
	비도로이동 오염원 관리 대책	건설기계	배출허용기준 강화		중앙정부
			건설기계 저공해화		중앙정부 서울시(맑은환경본부)
			노후건설기계 조기폐차		서울시(맑은환경본부)
건설기계 배출가스 검사 및 정비				중앙정부	

(<표 7-1> 계속) 서울시 시행계획 보완 저감대책 목록표

대분류	중분류	세분류	담당부서
사업장 관리	대형사업장	총량관리제도	서울시(맑은환경본부)
	중소사업장	배출허용기준 강화 및 배출부담금 신설	중앙정부 서울시(맑은환경본부)
		소형소각시설 관리강화	서울시(맑은환경본부)
면오염원 관리대책	휘발성 유기화합물 관리	건축용 도료의 유기용제 함량 제한 및 수성도로 사용 확대	중앙정부 서울시(맑은환경본부)
		VOC 비산배출허용기준 강화	중앙정부 서울시(맑은환경본부)
		소비재 유기용제 관리방안	중앙정부 서울시(맑은환경본부)
		아스팔트 포장방법 개선	중앙정부
		주유소에 대한 Stage II 기준 적용	중앙정부 서울시(맑은환경본부)
	저Nox 보일러 보급		서울시(맑은환경본부)
에너지 관리대책	집단에너지 공급확대		서울시(맑은환경본부)
	구역형 집단에너지		서울시(맑은환경본부)
	신재생에너지 확대	수소연료전지	서울시(맑은환경본부)
		태양광	서울시(맑은환경본부)
		태양열	서울시(맑은환경본부)
		지열	서울시(맑은환경본부)
		하수열, 하천수열	서울시(맑은환경본부)
		생활폐기물 자원화	서울시(맑은환경본부)
비산먼지 관리대책	도로물청소 확대	뒷골목 물청소 차량 도입	서울시(맑은환경본부)
	진공청소 도입	분진흡입차량 도입	서울시(맑은환경본부)
	나대지 비산먼지 관리	마사토 운동장 먼지역제제 살포	서울시(맑은환경본부)
		마사토 운동장 스프링쿨러 설치	서울시(맑은환경본부)
		학교운동장 잔디식재	서울시(맑은환경본부)
기후변화	에너지 고효율화	건물에너지 합리화 사업	서울시(맑은환경본부)
		실내 냉난방 조절규범 관리강화	서울시(맑은환경본부)
과학적 대기환경 관리대책	대기환경정보 체계적 관리	대기환경정보 통합관리시스템 구축	서울시(맑은환경본부)
		미세먼지 예경보 권역별 시행	서울시(맑은환경본부)
		대기오염 측정장비 교체 및 확충	서울시(맑은환경본부)
	국내외 협력 강화	Clean Air 협의회 발족	서울시(맑은환경본부)
		동북아 협의체 강화	서울시(맑은환경본부)

## □ 자체평가계획

- 대기환경개선 시행계획은 매년 5월까지 전년도의 이행실적을 평가하여 환경부에 제출하도록 되어 있으며, 환경부는 매3년 국회에 추진실적과 결과를 보고하여야 하며, 서울시는 대기환경 개선 삭감목표 달성 평가지표를 통해 향후 매년 자체 이행 평가를 수행하여 정책의 효율성을 높이고 그 결과를 환경부에 보고해 나갈 계획임
- 서울시에서 매년 수행하는 사업 효과성 평가에는 ① 대기질 개선 지표, ② 대기오염물질 배출 삭감량, ③ 저감대책 사업의 계획대비 추진 실적 등 세 가지로 구분하여 살펴볼 수 있으며, 대기질 개선을 평가하기 위한 측정소는 서울시에서 운영되는 모든 측정소를 대상으로 함

### ① 대기질 개선지표

- 기준달성 여부는 연평균 기준으로 미세먼지  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 질소산화물 22ppb 수준이며, 이 기준을 만족할 경우 목표 대기질 ‘달성지역’으로 판단하고, 초과할 경우 ‘미달성 지역’으로 판단하며, 판단이 안되는 지역은 ‘미분류 지역’으로 구분
- 한편 연평균 기준을 만족하지 못하여 미달성일 경우 보완사항으로 초과농도와 최근 3년간 평균농도 값, 최고농도가 감소추세이면 해당지역은 ‘개선지역’으로 판단하고, 그렇지 않은 경우 ‘미개선 지역’으로 분류
- ‘미달성 지역’의 각 측정소 연평균 농도 평균값이 전년도 대비 감소추세이면 그 지역은 대기질이 개선되고 있다고 판단하여 ‘개선지역’으로 분류
- 황사기간을 제외하고도 발생할 수 있는 여러 가지 요인들의 불확실성을 줄이기 위해 최근 3년간 연평균의 평균값이 감소추세이면 대기질 ‘개선지역’으로 판단하고, 아니면 ‘미개선 지역’으로 판단
- 각 측정소별 최고농도 중 가장 높은 값을 해당지역의 최고농도로 하고, 이 값의 변화로 대기질 개선여부를 판단

- 또한 장기기준의 초과율과 단기기준의 초과율 평균값을 계산하여 그 값이 감소추세이면 대기질이 개선되고 있다고 판단하고, 변화가 없거나 증가추세이면 대기질이 미개선 된 것으로 판단

$\text{장기기준초과율} = \frac{\text{초과측정소수}}{\text{전체측정소수}} \times 100$ $\text{단기기준초과율} = \frac{\text{초과일}}{\text{유효측정일}} \times 100$
---

- 상기와 같이 서울시 지역내 대기오염측정망을 다양한 판단 지표에 의해 달성지역, 미달성 지역, 개선지역, 미개선 지역을 판단하여 시행계획의 이행평가 보고서를 작성

② 대기오염물질 배출저감량 지표

- 대기질과 함께 시행계획의 이행에 따른 대기오염물질 배출저감량을 지표로 하여 이행계획의 추진실적을 평가하는 것도 필요함
- 서울시에서 배출되는 연간 배출량을 지표로 판단하며 2014년 목표 연도 대비 배출저감량을 사업별, 배출원별로 평가 취합하여 보고서를 작성

③ 사업계획 추진실적 지표

- 시행계획의 사업추진 실적을 지표로 하는 평가방법을 검토
- 서울시 시행계획의 예산 집행실적, 사업물량 추진실적 등에 대한 계획대비 추진비율을 평가하여 보고서를 작성

○ 평가결과의 피드백

- 이상의 정보 및 평가결과를 종합적으로 분석하여 차년도의 수정 및 보완사항을 기재함으로써 차년도 사업수행의 효과성을 확보

○ 시행계획 평가시기 및 절차

- 서울시 맑은환경본부가 총괄하여 매년 1월말까지 사업 시행 관련 자료를 종합한 후, 공청회, 전문가 자문 등을 통해 검토, 보완하여 제출

<표 7-2> 서울시 대기환경 개선 사업의 달성 종합 평가표

사업유형				평가일시		
관리번호				감측사업명		
책임부서				담당자		
사업목표		※ 정성적 목표를 기술함				
		2011	2012	2013	2014	
사업규모						
대기오염물질 목표삭감량	NOx					
	SOx					
	PM10					
	VOC					
예산투자						
사업내용		※ 사업 세부내용 기술함				
1. 사업성(능률성) 평가						
부합성	수월성	추진가능성	구체성	연계통합성		
평가결과	※ 평가 결과에 대한 상세 내용 기술함(정성적 부분)					
2. 사업효과성 평가						
대기질 개선			배출삭감량(톤)			
PM10	NO <sub>2</sub>	NOx	SOx	PM10	VOC	
평가결과	※ 평가 결과에 대한 상세 내용 기술함(정성적 부분)					
성과관리	2011	2012	2013	2014	목표달성경향	
삭감목표달성					+	-
사업집행도					+	-
차년도 수정보완사항	※ 계획목표 및 사업내용 수정사항 기재					