

요약 및 정책건의

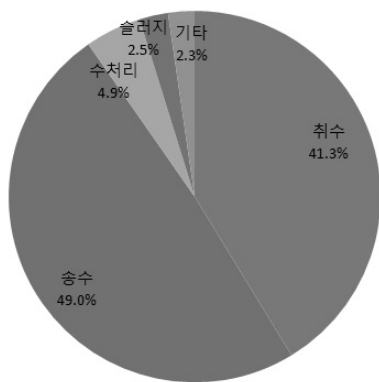
1. 연구배경 및 목적

- 서울시 에너지와 온실가스 정책의 기본방향에 관한 연구는 완성단계
 - 서울시 녹색성장 마스터플랜, 서울친환경에너지기본계획 2030, 서울시 신재생 에너지보급 중장기 기본계획 등 장기 및 중기계획 수립 등을 통해 저탄소화를 향한 비전과 목표가 제시
 - 서울시 화석에너지 감축방안, 저탄소사회를 향한 서울시 건물에너지 저감전략 등 연구원의 자체연구과제 수행을 통해 정책목표 달성을 위한 다양한 정책방향은 제시된 바 있으나
- 에너지 및 기후변화에 관한 정책목표 달성을 위해 다양한 시책사업을 발굴하여야 하는 시점
 - 공공부문의 저탄소화 정책은 서울시장이 가장 먼저 추진하여야 하는 분야
 - 환경기초시설은 에너지를 가장 많이 사용하는 시설 중의 하나로 단기간에 저탄소화 성과가 클 것으로 기대
- 도시의 생명선 확보를 위해 정전 시에도 안정적인 수돗물 공급기능확보
 - 에너지 효율향상과 신재생에너지 생산을 통한 에너지 자립률 향상 및 저탄소화 전략 제시

2. 서울시 환경기초시설의 에너지 이용 현황

- 2011년 수돗물생산과 공급에 450GWh의 전력 소비
 - 142GWh는 취수장에서, 213GWh는 정수장에서, 그리고 95GWh는 배수지 및 가압장 등에서 사용
 - 수돗물 1m³를 생산하여 공급하는 전과정의 전력소비량은 약 374Wh

- 취수장에서 상수원수를 정수장까지 이송하여 정수 후 배수지까지 공급하는 과정에서 수돗물 1m³당 294Wh의 전력이 소비
- 2차 배수지 등 더 높은 배수지 등으로 이송하는 과정에서 1m³당 80Wh의 전력이 소비



〈그림 1〉 정수과정 전력소비 구성비

〈표 1〉 정수장별 전력소비량

시설명	시설용량 (천 m ³ /일)	전력소비량(GWh)			전력 원단위 (kWh/m ³)
		취수 배수	정수 송수	합계	
광암정수장	400	-	2,4	2,4	0,029
구의정수장	250	11,0	15,4	26,4	0,374
뚝도정수장	750	13,3	41,2	54,4	0,342
영등포정수장 (공업용수 제외 ^{*)})	600	22,1	41,3	63,4	0,391
암사정수장	1,600	63,1	56,7	119,8	0,285
강북정수장	1,000	26,3	56,3	88,5	0,283
정수장 전체	4,600	135,8	213,1	348,9	0,294
수도사업소		95,3		95,3	0,232 [*] (0,080 ^{**)})
상수도 전체	4,600	231,0	213,1	444,2	0,374

- 2011년 하수처리과정에서 소비된 에너지는 전기, 도시가스, 소화가스, 경유, 등유 등으로 다양하며 1차에너지 소비량은 129,433TOE, 최종에너지 소비량은 76,879TOE

- 1차에너지 소비량은 전력이 87,591TOE로 가장 많으며 소화가스가 41,386TOE
- 서울시의 각 물재생센터에서 생산되는 소화가



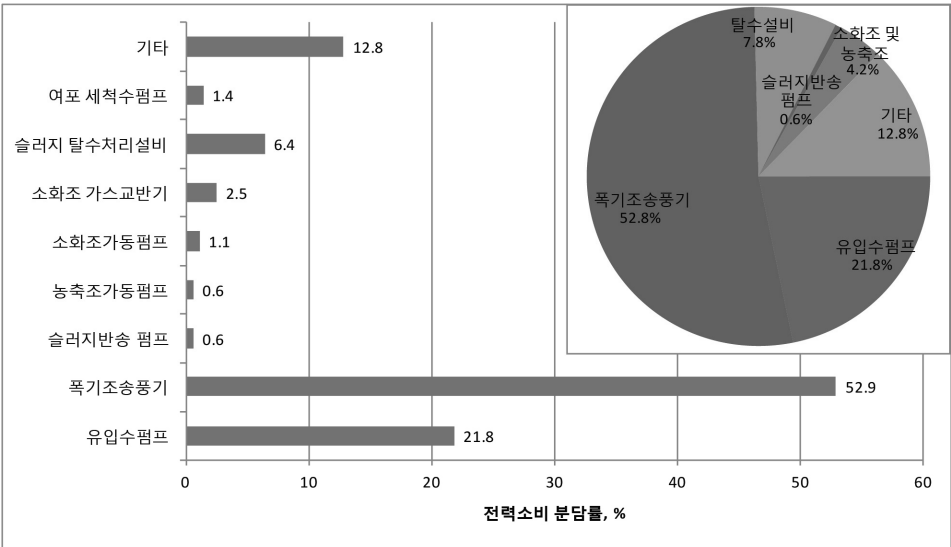
〈그림 2〉 소화가스 이용현황

스의 양은 약 8천만m³에 달함. 이 중 대부분은 소화조 가온, 발진, 슬러지처리 등 다양한 용도로 사용되나, 15%가량은 소각처리됨

〈표 2〉 물재생센터 에너지소비 현황

(단위: TOE)

구 분	전체	중랑	난지	탄천	서남
최종에너지 합계	76,879	27,362	11,945	11,074	26,519
전력(최종에너지)	35,036	11,716	4,972	6,088	12,261
도시가스	189	16	-	22	151
소화가스	41,386	15,453	6,926	4,939	14,067
경유	267	178	42	25	22
등유	-	-	4	-	18
전력(1차에너지)	87,591	29,290	12,430	15,219	30,652
1차에너지 합계	129,433	44,936	19,403	20,205	44,911



〈그림 3〉 하수처리장의 단위조작별 전력소비 백분율

3. 서울시 환경기초시설의 신재생에너지 생산역량

- 서울시 관내 정수장의 태양광발전설비 설치가능 잠재량은 11,550kW이며 이를 통해 연간 14,755MWh의 전력을 생산할 수 있을 것으로 기대됨
 - 태양광발전설비 설치 시 연간 전력소비량 중 5.6% 에너지자립이 가능
- 서울시 관내 하수처리장의 태양광발전설비 잠재량은 26.8MW, 생산량은 34.2MWh로 평가됨
 - 서울시 관내 물재생센터에서 소화가스가 월평균 4백만 Nm³ 이상 생산되고 있음. 소화가스의 주성분은 메탄이 약 60%

〈표 3〉 서울시 관내 정수장 신재생에너지 잠재량

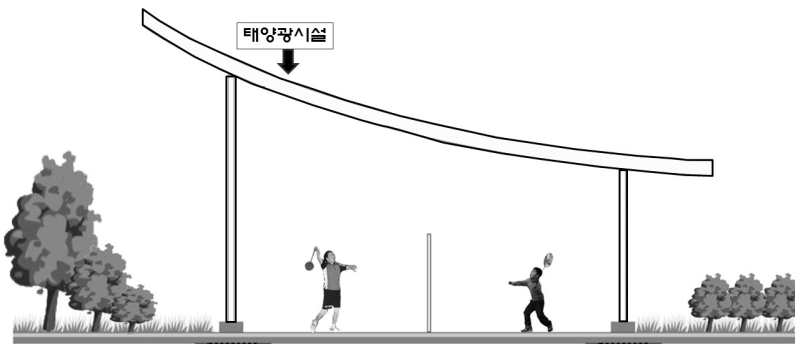
구 분	연간소비전력 (MWh)	태양광 잠재량 (kW)	발전잠재량 (MWh)	잠재적 자립률 (%)
전체	263,998	11,550	14,755	5.6%
강북	88,532	3,000	3,833	4.3%
광암	2,355	550	703	29.8%
구의	26,373	1,500	1,916	7.3%
뚝도	54,425	2,000	2,555	4.7%
암사	119,807	3,500	4,471	3.7%
영등포	63,393	1,000	1,278	2.0%

〈표 4〉 물재생센터의 신재생에너지 잠재량

물재생센터	전력 소비량 (MWh)	발전설비 잠재량			자립률		
		태양광 (MW)	소화가스 (MW)	연료전지 (MW)	열	전기	합계
합계	407,399	26.8	21.5	48.6	100%	170%	147%
서남	142,568	10.8	3.8	18	102%	153%	137%
탄천	70,786	1.2	1.2	6.2	100%	100%	100%
중랑	13,623	4.1	10.8	17	99%	195%	162%
난지	57,815	10.8	5.7	7.4	100%	236%	187%

주) 소화가스발전 : 가스엔진이나 터빈을 이용한 발전을 전제한 것임
 연료전지발전 : 잉여소화가스와 도시가스를 이용한 발전

- 배수지와 유수지에도 신재생에너지 시설 설치가능
 - 유수지의 신재생에너지원은 주로 태양광으로 잠재량이 10,008kW
 - 배수지는 51개소에 약 1,020kW의 태양광설비를 설치할 수 있으며, 소수력발전설비는 11개소에 총 382kW를 설치할 수 있어 수도사업소 전력소비량의 3.5%를 자급할 수 있음
- 배수지 등의 시민공원에는 시민편의를 고려하여 태양광시설 설치



〈그림 4〉 시민편의시설 연계 태양광 발전 구상도

4. 서울시 환경기초시설의 에너지자립 역량

- 서울시 정수장과 하수처리장에서 자립목표 에너지원은 전기
 - 광역적인 정전사고가 발생하여도 최소한의 기능을 유지할 수 있도록 전력을 자급할 수 있는 발전시스템을 구축
 - 정수장은 전력자급만 고려하면 되지만, 하수처리장은 열에너지도 동시에 고려
 - 태양광과 연료전지를 중심으로 신재생에너지 공급시스템을 구축하며, 하수처리장에는 바이오가스 활용기반을 구축

〈표 5〉 서울시 관내 정수장과 하수처리장의 에너지자립 역량

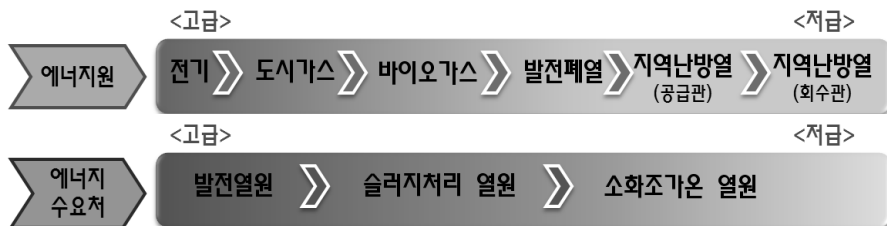
구분	발전설비용량, MW			전력생산량, TOE					열에너지 생산량, TOE			
	태양광	소화 가스	연료 전지	태양광	소화 가스	연료 전지	전기 합계	자립률	소화 가스	연료 전지	열합계	자립률
정수장	11.6		33.2	3,172	-	59,402	62,575	137%	-	23,761	23,761	
광암	0.6			151	-	-	151		-	-	-	
구의	1.5		3.4	412	-	6,083	6,495	196%	-	2,433	2,433	
뚝도	2.0		7.0	549	-	12,525	13,074	148%	-	5,010	5,010	
영등포	1.0		7.8	275	-	13,956	14,231	160%	-	5,582	5,582	
암사	3.5		15.0	961	-	26,838	27,800	228%	-	10,735	10,735	
강북	3.0			824	-	-	824		-	-	-	
하수처리장	26.8	21.5	48.6	7,361	38,468	22,062	67,891	78%	10,771	34,783	45,554	109%
서남	10.8	3.8	18.0	2,966	6,799	8,171	17,936	59%	1,904	12,882	14,786	104%
탄천	1.2	1.2	6.2	330	2,147	2,814	5,291	35%	601	4,437	5,038	101%
중랑	4.1	10.8	17.0	1,126	19,324	7,717	28,167	96%	5,411	12,167	17,577	112%
난지	10.8	5.7	7.4	2,966	10,199	3,359	16,524	133%	2,856	5,296	8,152	117%

주: 전력생산량은 1차에너지 환산값

5. 서울시 환경기초시설의 에너지자립화 전략

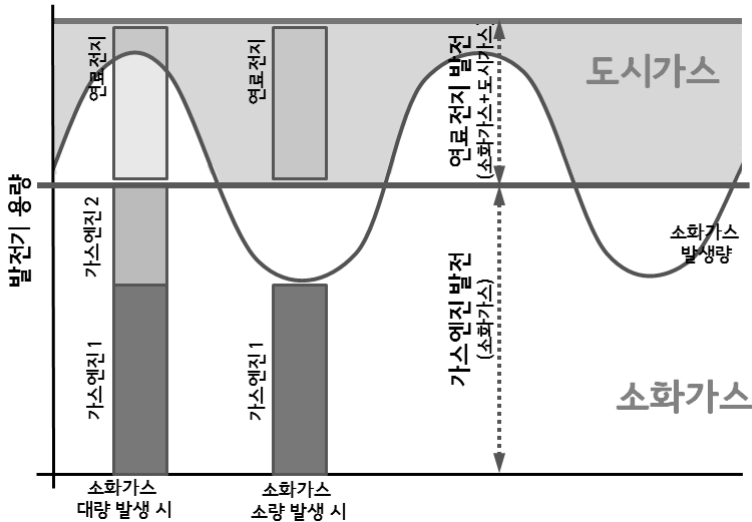
- 에너지 이용과 생산의 기본원칙: 에너지의 등급화

- ① 하수처리장에서 생산되는 바이오가스는 최대한 전력생산에 활용
- ② 고온의 열원은 슬러지 건조 등 저온의 열원을 활용할 수 없는 공정에 투입
- ③ 저온열원은 소화조 가온 등에 활용
- ④ 열생산 또는 회수를 위한 히트펌프는 전기식을 피하고 가스식을 선택



〈그림 5〉 에너지의 등급 체계 모식도

- 소화가스 이용 극대화
 - 수소연료전지의 용량은 소화가스의 최대 발생량을 고려하여 잉여소화가스가 발생하지 않도록 함
 - 소화가스 부족분은 도시가스로 보충



〈그림 6〉 소화가스의 생산량을 고려한 전력생산 설비 투입

- 신재생에너지 공급의무화제도와 연계 및 ESCO사업 적극 활용
 - 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제12조의5(신재생에너지의 공급의무화 등) 규정에 따르면 국가 신재생에너지 보급목표는 2030년 1차 에너지 소비량 대비 신재생에너지 공급비중을 11%로 확대하는 것으로 설정하고 주요 발전사업자로 하여금 신재생에너지 공급을 의무화
 - 2022년까지 14개 주요 발전사업자는 전력공급량의 10%를 신재생에너지로 공급
- 지역난방 보급과 연계한 수소연료전지 유치
 - 하수처리장은 지역난방시스템과 연계하면 소화조 가운을 위한 에너지원으로 서 지역난방 회수관의 열을 이용함으로써 소화가스의 전력생산량을 극대화

- 전력생산과정에서 발생한 열은 슬러지 건조 등으로 활용함으로써 연료의 이용 효율을 높임

6. 정책건의

- 환경기초시설의 에너지자립 목표는 완전한 에너지 자급보다 광역적인 정전사태에 대비하고 시설 내에서 생산되는 모든 에너지 자원의 이용을 극대화하는 데 있음
 - 정수장의 에너지자립 목표는 최소한의 전력 확보를 목표로 함. 24시간 연속 가동되어야 하는 설비의 안정적 운전을 지원하고, 전력 다소비 대형 설비는 여러 대 중 1대 또는 최소한의 설비가 운전될 수 있도록 함. 태양광 발전설비는 보조 전원으로 활용해야 함
 - 하수처리장에서는 바이오가스의 효율적 이용과 신재생전력 생산을 동시에 고려해야 함. 특히, 하수처리장은 전력뿐만 아니라 열에너지의 효율적 활용을 우선 고려함. 열에너지는 전력생산 과정에서 생성되는 부산열을 최대한 이용토록 함
 - 에너지는 품질을 고려하여 활용해야 함. 즉 전력은 가장 마지막 단계에서 활용하고 열에너지를 최우선으로 활용하며 다음 단계로 바이오가스를 활용하도록 함
- 환경기초시설의 에너지 자립화를 위해 가능한 한 2012년부터 시행 중인 신재생에너지제도 활용이 필요함. 즉, 신재생에너지 공급의무화제도를 활용하여 발전사업자 또는 신재생에너지 사업자 등의 민자유치 방안을 추진해야 함
 - 태양광설비는 발전설비뿐만 아니라 편의시설로 활용할 수 있도록 함. 예로서, 배수지 상부는 주로 공원이나 운동시설이 조성되어 있는바, 차양이나 스탠드 지붕을 대체할 수 있는 구조로 함으로써 시민편의를 도모함
 - 민간자본을 유치하여 태양광 발전설비를 도입할 때 가장 큰 장애물인 토지 대

부료의 부담을 고려하여 스탠드지붕 등의 BIPV(건물일체형 태양광발전설비) 등으로 추진하는 것이 바람직함

- 민간자본을 유치 시 시민이 참여할 수 있도록 함. 예로서 소규모 공공시설(가압장 등)에 소수력이나 태양광을 설치하고자 하는 경우 협동조합이나 시민주주의 기업도 참여할 수 있도록 함
- 민간자본을 유치하는 과정에서 에너지 빈곤층에 대한 지원도 고려해야 함. 토지대부료의 일부를 에너지빈곤층의 에너지지원 재원으로 활용하는 방안, 공개 경쟁입찰을 통해 민자를 유치하거나 참여기업이 복지시설에 태양광이나 태양열설비를 지원하면 가산점을 부여하는 방안 등을 추진할 필요가 있음
- 열에너지의 효율적 이용을 고려하여 집단에너지와 연계하여 연료전지를 보급하도록 함
- 연료전지는 집단에너지 공급구역과 가까운 시설부터 보급함. 예로서 탄천물재생센터, 서남물재생센터, 난지물재생센터, 영등포아리수센터 등이 대표적임.