

서울시 마곡지구, 친환경 집단 냉·난방에너지 공급

하수열·소각폐열 등 신재생에너지로... 국내 최초, 세계최대 규모



서울시가 마곡지구에 하수열이나 연료전지, 폐열, 소각열 등의 친환경에너지를 열원으로 하는 집단 냉·난방에너지를 오는 2013년 2월부터 공급한다. 2031년엔 마곡지구 전역으로 공급이 확대된다.

서울시는 올해부터 2031년까지 총 사업비 5,498억 원을 투입, 집단신재생에너지 열원시설을 3단계(1단계 10~16년, 2단계 17~23년, 3단계 24~31년)로 건립한다고 밝혔다.

서울시가 마곡지구에 필요한 냉·난방에너지를 신재생에너지를 이용한 집단에너지로 공급함으로써 일반방식보다 에너지는 30,792toe/년(35.8%) 절감하고, 온실가스 배출량은 65,103tCO₂/년(35.8%)하며, 대기오염물질은 109,287kg/년(54.5%) 감축될 것으로 분석했다. [편집자 주]

신재생에너지 이용 집단 냉·난방은 국내 최초·세계 최대 규모

서울시의 이번 친환경에너지공급은 「서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜」(서울시는 2020년까지 온실가스 배출량의 25%를 감축한다는 목표아래 지난해에 수립한 「서울시 저탄소 녹색성장 마스터플랜」을 수립한 바 있다)에 따른 것으로, 특히 신재생에너지를 이용해 집단 냉방에너지를 공급하는 것은 국내 최초다.

서울시는 마곡택지개발지구의 신축 건축물 냉·난방 연면적 4,224천㎡(공동주택 979천㎡(11,353호), 업무·상업·연구시설 등 3,245천㎡)에 필요한 냉·난방 에너지 총수요량 51,548toe/년을 마곡지구 개발일정에 맞춰 공급한다는 계획이다.

마곡지구의 최대부하는 시간당 319.1Gcal로써 열원시설규모는 신재생에너지인 하수열활용시설 100Gcal/h, 자원회수 소각열 3.2Gcal/h, 연료전지 8Gcal/h과 가스 터빈 발전기 36.8Gcal/h 등 327.2Gcal/h 구성된다.

※ Gcal : Giga Calorie, 1,000Mcal
 TOE/toe : 석유환산톤(tonnage of oil Equivalent)
 1toe = 10,000,000kcal

냉·난방 에너지 총 수요량의 56.5%, 하수열·소각폐열 등 신재생에너지로

마곡지구 집단에너지 총 수요량은(51,548toe/년)이고, 이 중 56.5%(29,147toe/년)는 신재생에너지로 공급한다.

▼ 마곡지구 집단에너지 공급계획

총 계	신재생에너지				화석연료 (LNG)
	소 계	하수열	연료전지	소각열	
51,548 (100%)	29,147 (56.5%)	19,319 (37.5%)	7,008 (13.6%)	2,820 (5.4%)	22,401 (43.5%)

하수열 등 신재생에너지를 기반으로 한 대규모 지역 냉방 공급(25평형 아파트 기준 4만9천호)은 세계 최대 수준이어서 시는 집단에너지 공급사업의 패러다임을 바꾸는 계기가 될 것으로 내다보고 있다.

국내에서 LNG이용 공동주택·의료시설 등에 지역냉방을 시범적으로 공급한 사례는 있으나, 신재생에너지를 이용해 대규모로 아파트 및 업무용 빌딩 등에 지역 냉방을 공급하는 사례는 마곡지구가 처음이다.

▼ 지역 냉난방 공급사례

국내 (시범공급)	서울시 양천구 이대목동병원, 업무용빌딩 등 35개소(324천㎡), 안산시 공동주택106세대(안산도시개발공사), 부천시 공동주택 65세대(GS파워)
국외	노르웨이 베룸 약 4,500세대, 일본 마쿠하리 약 3,900세대

에너지 35.8% 절감, 온실가스 35.8%절감, 대기오염물질 54%감축효과

서울시는 마곡지구에 필요한 냉·난방에너지를 신재생에너지를 이용한 집단에너지로 공급함으로써 일반방식보다 에너지는 30,792toe/년(35.8%) 절감하고, 온실가스 배출량은 65,103tCO₂/년(35.8%)하며, 대기오염물질은 109,287kg/년(54.5%) 감축될 것으로 분석했다.

- 연료소비량이 30,792toe/년 절감(85,933toe/년 ⇒ 55,141toe/년)은 비용으로는 178억원 절약
- ※ 비용산출 근거 : 도시가스 가격 579,463원/toe(출처 : 한국석유공사, 한국전력, 에너지관리공단)
- 온실가스는 65,103tCO₂/년 감축(181,685tCO₂/년 ⇒ 116,582tCO₂/년)은 11,167ha에 558만주의 대체산림식재효과가 있음.
- ※ 중부지방 소나무(수령 20년) 온실가스 흡수량 : 5.83tCO₂/ha(출처 : 에너지관리공단)

세대별 보일러와 에어컨 필요 없어 연간 20만 7천 원 비용 절감

또 세대별로 보일러와 에어컨을 두지 않아도 되고, 개별 냉·난방에 비해 세대별로 연간 20만7천원의 에너지 비용을 절감하고 쾌적한 주거환경을 조성할 것으로 기대했다.

특히 지역냉방은 하절기 전력 피크 감소효과를 높이고, 온실가스 배출을 감축하는 한편, 개별 에어컨 사용 전기요금 대비 48% 수준으로 저렴한 가격으로 공급돼 서민가계에도 도움을 주고, 쾌적한 주거환경을 조성하는 1석4조 효과를 낼 것으로 기대된다.

- 공동주택 25평 기준 : 에어컨 91천원,
지역냉방 44천원

열에너지 수급안정성 강화하고 열손실 최소화, 전기도 동시에 생산

또 마곡지구 열병합발전소가 추가 건립되면 열병합발전소(마곡~목동~신정) 시설 간 연계시스템이 구축돼, 열에너지 수급안정성이 높아지고, 근거리 중심 공급체계로 전환해 열손실도 최소화 된다.

서울시는 1985년 국내 최초로 목동아파트에 지역난방을 도입, 공동주택 23만 세대에 공급하고 있다.

현재 목동발전소에서 열공급 중단 사고(한전 정전, 열수송관 누수, 보일러 고장 등) 발생 시에는 목동·방화·발산지역이 열공급 중단되는 상황이지만 마곡지구와 열교환 연계시스템이 구축되면 안정적인 열 공급이 가능해진다.

목동에서 강서·방화지역 열 공급 체계를 마곡에서 강서·방화지역 근거리 열 공급 체계로 전환해 열 수송 손실도 최소화된다.

또 연료전지시설 및 가스터빈시설 전기생산규모는

70MW로, 이는 마곡개발지구의 필요 전력 시설규모 214MW의 32%에 해당하는 전력생산시설이다.

2031년까지 열원시설 3단계 건립, 일부 민자 유치로 재정부담 경감

서울시는 올해부터 2031년까지 총 사업비 5,498억 원을 투입, 집단신재생에너지 열원시설을 3단계(1단계 10~16년, 2단계 17~23년, 3단계 24~31년)로 건립한다고 밝혔다.

시는 열생산 시설의 유희화를 최소화하기 위해 건물 실입자 위주의 수요량을 파악, 시설을 3단계로 차츰 건립한다고 설명했다.

서울시는 사업비 중 2,283억 원(신재생에너지 하수열 활용시설(히트펌프) 1,083억 원, 수소연료전지시설 1,200억 원)은 재정부담을 줄이기 위해 민자 유치로 추진한다. 9월 중순 이후 민자유치 입찰공고에 들어간다.

사업비중 열병합발전시설 2,347억 원은 현재 시가 운영 중인 집단에너지사업의 열·전기 판매수입과 시설분담금 등의 재원으로 충당하며, 자원회수시설 867억 원은 SH공사가 건립한다.

한편, 활용되는 신재생에너지는 서남물재생센터(1일 방류량 160만톤/일 중 30%인 50만톤/일)에서 버려지는 하수열, 수소연료전지에서 발생하는 폐열, 자원회수 시설에서 발생하는 소각열 등을 기반으로 한다.

- 하 수 열 : 히트펌프를 설치, 하수의 온도차 에너지를 이용하면서 냉방과 난방용 에너지로 활용하는 시설
- 연료전지 : 도시가스(LNG)에서 수소를 추출하여 공기중의 산소와 반응할 때 발생하는 전기와 열을 이용하는 시설
- 소 각 열 : 생활폐기물을 소각하는 과정에서 발생하는 소각열을 회수하여 이용

이를 위해 서울시는 국내 최초 대규모 하수열 이용시스템을 구축, 수입에 의존해온 관련 설비(히트펌프) 기술발전의 동기를 제공하고 아직 보급 초기 단계인 하수열 및 하천수열 활용의 전환점을 마련했다.

소형 히트펌프는 국내에서도 생산하고 있으나, 대형은 전량 외국산 수입에 의존하는 실정이며, 하수열·하천수열 활용도 국내에는 소규모 시범사업 정도로 저조하나, 외국에는 하수·하천수 및 해수열 등 친환경에너지 이용이 활발하다.

국내의 경우 하수열을 이용 냉·난방 보급은 초기단계이나, 일본의 경우 1991년부터 이미 하수를 열원으로 한 지역냉난방 공급을 시작했다.

▼ 하수열을 이용한 냉·난방 보급현황

국내	강동 어린이회관(49.8Mw, 2009년), 대구 서부하수처리장(301Mw, 2007년)
국외	일본 33개소, 스웨덴 12개소, 미국 10개소 등

※ 마곡도시 개발계획

- 기 간 : 2007. 12~2031(단계별 추진)
- 개발면적 : 3,665천㎡ (약 110만평)
- 주요시설 : 공동주택 11,353호, 상업·업무·연구·의료시설 등

■ 사업기간 : 2010~2031

- 1단계 : '10~'16, 2단계 : '17~'23, 3단계 : '24~'31

■ 시설 설치 계획

- 단계별 열공급 계획

(단위 : Gcal/h)

구 분	1단계	2단계	3단계
필요 최대 열부하	166	220.1	319.1
열공급 시설 규모	178.6	228.6	327.2

• 시설규모

(단위 : Gcal/h)

구 분	열공급시설 설치				
	계	1단계 (10~16)	2단계 (17~23)	3단계 (24~31)	
누 계	327.2	178.6	50	98.6	
기저 부하 (Base Load)	하수열 히트펌프(8대)	100	25	50	25
	자원회수 소각열(1대)	3.2	3.2		
	연료전지(2조)	8.0	4.0		4.0
	가스터빈(1조)	36.8	36.8		
	목동열연계(1조)	40	40		
첨두 부하 (Peak Load)	온수보일러(2대)	139.2	69.6		69.6
	축열조(1대)	100	100		

■ 총 사업비 : 549,761백만원

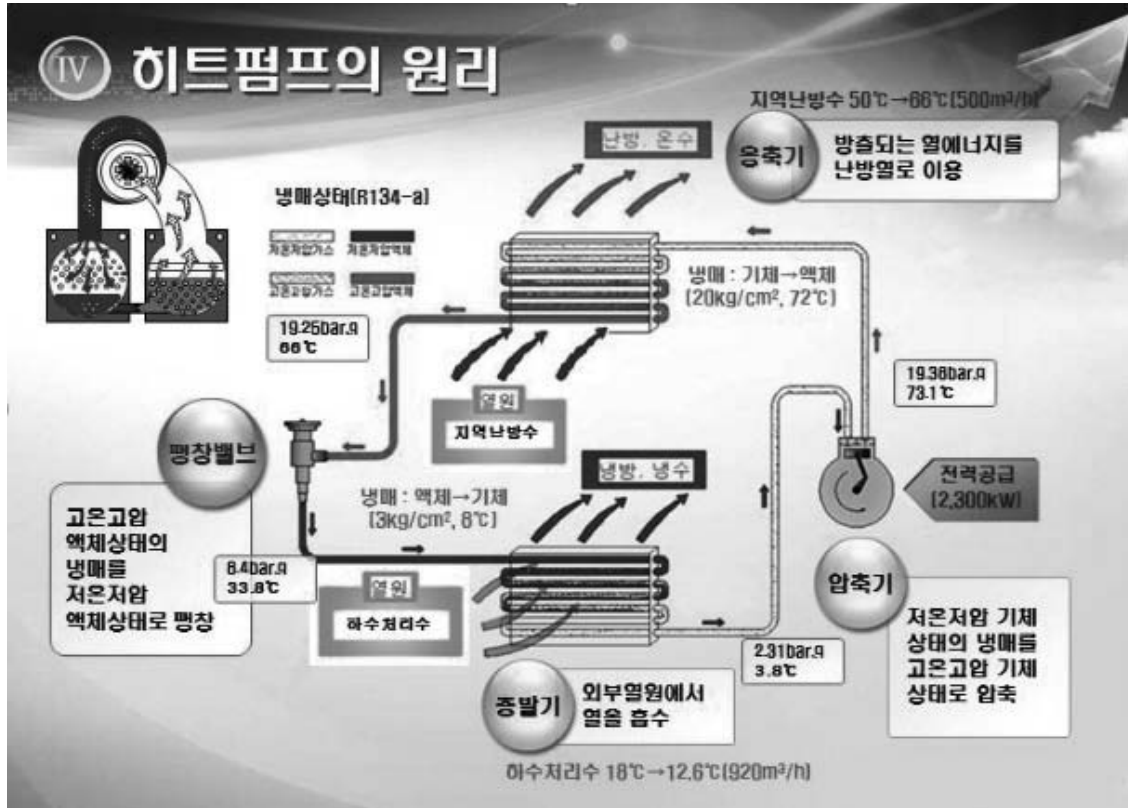
(시비 234,662, SH공사 86,714, 민자유치 228,385 백만원)

시설	금액(원)	주관
열병합 발전시설	234,662백만원	서울시(맑은환경본부)
자원회수시설	86,714백만원	SH공사
하수열 활용시설(히트펌프)	108,385백만원	민자유치
수소연료전지시설	120,000백만원	민자유치

• 서울시 사업비 세부내역 (234,662백만원)

시설	금액
열원시설설치	109,925백만원
열수송관시설	21,100백만원
설계 및 일반관리비	10,337백만원
공동구분담금	14,000백만원
열원부지매입	79,300백만원

하수열 활용시설 히트펌프 원리



수소연료전지 원리

