

# 목차

<b>01 연구개요</b>	<b>2</b>
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	4
<b>02 수열에너지 기술 동향과 이용 사례</b>	<b>8</b>
1_수열에너지의 개념 및 이해	8
2_수열에너지 기술 및 정책동향	11
3_수열에너지 이용 사례	22
<b>03 서울시 에너지 소비 특성</b>	<b>36</b>
1_에너지 현황	36
2_에너지 소비 특성	42
3_지역난방 현황	46
4_서울시 에너지 소비 특성의 시사점	48
<b>04 수열에너지 활용가능성 검토</b>	<b>52</b>
1_수열원 현황 및 활용가능성	52
2_수열에너지 잠재량 분석	72
3_수열에너지 잠재수요처 분석	83
<b>05 서울시 수열에너지 이용 확대 전략</b>	<b>96</b>
1_수열에너지 이용 로드맵 수립	96
2_서울시 핵심 수열에너지원: 생활하수	99

3_수열에너지 공급확대를 위한 지역난방 연계	100
4_수열이용 제약요인 해소	101
5_관련 법규의 이해와 활용	108
6_제도 개선 및 지원	115

참고문헌	119
------	-----

부록	124
----	-----

Abstract	136
----------	-----



## 표 목차

[표 2-1] IEA HPT에서 진행 중인 히트펌프 프로젝트	12
[표 2-2] 서울시 비주거 부문 ZEB 의무화 로드맵	17
[표 2-3] 서울시 주거 부문 ZEB 의무화 로드맵	17
[표 2-4] 수열에너지의 기준 및 범위	18
[표 2-5] 부산 세물머리 지구 수열에너지 공급 용량	19
[표 2-6] 서울시 신재생에너지 생산 목표(최종에너지)	21
[표 2-7] 서울시 수열에너지 공급 계획	21
[표 2-8] 스톡홀름 주요 지역난방 전기 히트펌프 시설	22
[표 2-9] 일본 하코자키지구 수열에너지 수요처 공급조건	26
[표 2-10] 노르웨이 산드비카 하수열 지역난방·난방 개요	27
[표 2-11] 독일 쾰른 하수열 난방 개요	28
[표 2-12] 하수열 활용 난방시스템 기술요구사항	29
[표 2-13] 국내 수열에너지 이용 사례	29
[표 2-14] 롯데월드타워 상수원수 활용 히트펌프 시스템 개요	30
[표 2-15] 롯데월드타워 에너지 절감 효과	31
[표 2-16] 서울 하수열 지역난방시스템 개요	32
[표 3-1] 서울시 1차에너지 생산 현황	36
[표 3-2] 서울시 에너지자립률	37
[표 3-3] 서울시 주요 부문별 온실가스 배출 현황(2017)	37
[표 3-4] 서울시 신재생에너지 시설 현황(2019)	38
[표 3-5] 신재생에너지원별 생산량(2018)	39
[표 3-6] 신재생에너지 이용률	40

[표 3-7] 서울시 미활용에너지 이용량(2017)	40
[표 3-8] 서울시 수열에너지 시설 현황(2018)	40
[표 3-9] 연도별 서울시 하수열 열생산 실적	41
[표 3-10] 서울시 재생에너지 생산 로드맵	41
[표 3-11] 서울시 공동주택 기본정보	44
[표 3-12] 열 공급자별 열생산 주 열원(2018년 기준)	46
[표 3-13] 서울에너지공사 전체 냉·난방열(동·서부) 판매현황	47
[표 3-14] 한국지역난방공사 냉·난방열(중앙, 상암, 강남) 판매현황	48
[표 4-1] 서울시 주요 하천 기준갈수량 및 허가기준유량	55
[표 4-2] 냉동·공조용 냉각수 수질 관리 요구사항	57
[표 4-3] 한강 및 주요 지천 월별 수질(2017~2019)	58
[표 4-4] 서울시 상수도관 현황(2019)	59
[표 4-5] 서울시 정수장 현황 및 생산실적(2018)	61
[표 4-6] 서울시 배수지 급수실적(2018)	61
[표 4-7] 서울시 하수도보급률	63
[표 4-8] 서울시 하수관거 시설 현황	63
[표 4-9] 시설물별 용도별 유출지하수 이용현황(2019)	65
[표 4-10] 서울시 시설별 유출지하수 발생량(2017~2019)	67
[표 4-11] 서울시 시설별 유출지하수의 하천 및 하수 방류량(2017~2019)	68
[표 4-12] 일평균 450톤 이상 유출지하수 발생시설 현황(2019)	69
[표 4-13] 하천방류 유출지하수 수질조사 결과(2018)	71
[표 4-14] 수열원별 잠재량 분석 방법 및 적용값	74
[표 4-15] 하천수 부존량 및 이용가능량	75
[표 4-16] 수돗물 부존량 및 이용가능량	76
[표 4-17] 서울시 유입하수량의 이용가능량(2018)	76
[표 4-18] 공동주택 단위 세대당 평균거주인원 추정	78
[표 4-19] 공동주택 단지 규모별 거주 인원수 산출 결과	78
[표 4-20] 공동주택 단지 규모별 생활하수 발생량과 부존량	79
[표 4-21] 제조사별 수열원 히트펌프 성능 비교	79
[표 4-22] 공동주택 하수열 이용가능량	80

[표 4-23] 업무시설 급탕량 추정	81
[표 4-24] 업무시설 하수열 이용가능량	81
[표 4-25] 유출지하수 부존량 및 이용가능량	82
[표 4-26] 수열원별 적용가능지역 분석 범위	84
[표 4-27] 수열에너지 적용가능지역 내 잠재수요처 분석 대상	85
[표 4-28] 하천수열 잠재수요처	88
[표 4-29] 수돗물 수열 잠재수요처	89
[표 4-30] 하수열 잠재수요처	90
[표 4-31] 유출지하수열 잠재수요처	91
[표 5-1] 수열원 특성 및 활용방안	98
[표 5-2] 지역난방의 세대 구분	100
[표 5-3] GHP, EHP의 제조사별 성능 및 비용 비교	101
[표 5-4] 가스냉방설비(GHP) 설치장려금	102
[표 5-5] GHP 설치 장려금을 고려한 GHP, EHP 초기투자비 비교	103
[표 5-6] 축열조 활용과 타 에너지원 연계 계획 시 고려사항	104
[표 5-7] 수열원별 열에너지 회수 시 수온 영향	105
[표 5-8] 상수원수의 수열에너지 사용 영향 및 고려사항	106
[표 5-9] 히트펌프 설치 여건의 한계 및 해소 방안	107
[표 5-10] 「집단에너지사업법」의 에너지 공급 관련 주요내용	110
[표 5-11] 「하천법」의 에너지 공급 관련 주요내용	111
[표 5-12] 서울시 하천점용료 등 산정 기준 주요내용	112
[표 5-13] 공공하수처리시설 방류수 수질기준	113
[표 5-14] 「지하수법」의 에너지원 활용 주요 내용	114
[표 5-15] 신재생에너지로서의 온도차에너지 활용 인정 국외 사례	115
[표 5-16] 「신재생에너지법」의 신재생에너지 범위 및 서울시 정의	115
[표 5-17] 환경영향평가 심의기준 온실가스 부문 변경(안)	116
[표 5-18] 신재생에너지로서의 온도차에너지 활용 인정 국외 사례	117

# 그림 목차

[그림 1-1] 연구내용 및 방법	5
[그림 2-1] 수열에너지(히트펌프) 원리	9
[그림 2-2] 수열에너지 활용 냉방시스템	9
[그림 2-3] 유럽 21개 국가의 히트펌프 판매실적	14
[그림 2-4] 환경부 수열에너지 융복합클러스터 추진 사업 개요	19
[그림 2-5] 부산 세물머리 지구 수열에너지 공급사업 개요	19
[그림 2-6] 서울시 주요 수열사업 추진 예정 현황(2020)	20
[그림 2-7] 코넬대학교 에너지활용시스템	24
[그림 2-8] 코넬대학교 호소수 활용 냉방시스템(LST) 구조	25
[그림 2-9] 노르웨이 산드비카 히트펌프 시설	27
[그림 2-10] 독일 쾰른 하수열 활용 열에너지 생산시스템	28
[그림 2-11] 롯데월드타워 광역상수도 활용 냉·난방시스템 수온변화 모식도	31
[그림 2-12] 하수열 이용 지역난방공급 계통도	33
[그림 3-1] 서울시 신재생에너지 생산 현황	38
[그림 3-2] 서울시 물재생센터 월별 평균 하수열 생산 실적(2015~2019)	41
[그림 3-3] 서울시 최종에너지소비량	42
[그림 3-4] 서울시 에너지원별 소비량	42
[그림 3-5] 건물 용도별 에너지소비량(2018)	43
[그림 3-6] 서울시 월별 도시가스 소비량	43
[그림 3-7] 서울시 월별 지역난방 소비량	43
[그림 3-8] 송파구 열에너지 소비 추이(TOE)	44
[그림 3-9] 강서구 열에너지 소비 추이(TOE)	44

[그림 3-10] 서울시 공동주택의 전기 사용금액 월별 추이	45
[그림 3-11] 공동주택 월별 가스, 급탕, 난방, 수도 사용 추이(2017~2019)	45
[그림 3-12] 서울시 지역난방 공급배관망	46
[그림 4-1] 서울시 주요 하천	53
[그림 4-2] 한강 본류 및 주요 지천 월별 유량(2017~2019)	54
[그림 4-3] 서울시 대기온도 및 한강 본류 월별 수온 분포(2017~2019)	56
[그림 4-4] 월평균 대기온도와 한강 본류 월평균 수온차(2017~2019)	56
[그림 4-5] 서울시 수도시설 분포	60
[그림 4-6] 유출지하수 발생량 및 이용량(2014~2019)	66
[그림 4-7] 서울시 지하수 보조관측망 월별 평균 수온	70
[그림 4-8] 하수열 활용 대상	73
[그림 4-9] 공동주택 면적별 세대 수	77
[그림 4-10] 수열원 DB 구축	86
[그림 4-11] 잠재수요처 DB 구축	87
[그림 4-12] 하천수열 적용가능지역 및 잠재수요처	88
[그림 4-13] 수돗물 수열에너지 적용가능지역 및 잠재수요처	89
[그림 4-14] 하수열 적용가능지역 및 잠재수요처	90
[그림 4-15] 유출지하수열 적용가능지역 및 잠재수요처	91
[그림 4-16] 지역난방 연계형 수열에너지스테이션 구상(안)	92
[그림 4-17] 지역난방 연계 수열에너지스테이션(수열원 중심)	93
[그림 4-18] 수열에너지스테이션 사례 지역(수요처 중심)	94
[그림 5-1] 도시의 수열에너지 확대 로드맵	97
[그림 5-2] 공동주택 생활하수 수열 이용방안	99
[그림 5-3] 축열조를 이용한 신재생에너지연계시스템	104