탄소중립을 위한 열에너지 정책개선안

Improvement Plans for Thermal Energy Policies to Achieve Carbon Neutrality

연구책임자

윤제용 교수(서울대학교 공과대학)

공동연구원 (가나다순)

권필석 소장(녹색에너지전략연구소)

김정은 교수(서울대학교 자연과학대학)

오세신 박사(에너지경제연구원)

유정민 박사(서울연구원)

정훈 박사(국회 미래연구원)

조용성 교수(고려대)

Institute for Future Strategy
Seoul National University

서울대학교
국가미래전략원

연구요약

연구과제명	국문	탄소중립을 위한 열에너지 정책개선안				
	영문	**Improvement Plans for Thermal Energy Policies to Achieve Carbon Neutrality**				
연구책임자	소속	공과대학	직급	교수	성명	윤제용
연구 기간	2023. 00 ~ 2024. 00					

열에너지는 온도가 가지는 에너지를 의미하는 것으로 우리의 경제활동과 일상생활에 있어 사용하는 에너지 용도 중 상당수가 여기에 해당한다. 산업과 건물에서 공정 열과 냉난방 및 온수 사용이 모두 열에너지 소비라고 할 수 있다. 에너지경제연구원의 2023년 연구에 따르면 국내 최종에너지 소비 중 열 소비 목적의 에너지소비 비중을 약 48%로 분석하고 있다. 특히, 열에너지의 80% 이상이 현재 화석연료에 의존하고 있음을 고려하면 국가 에너지 및 탄소중립 정책에서 열에너지는 매우 중요하게 인식될 필요가 있다.

그동안 우리나라에서 수립해왔던 많은 에너지정책에서도 열에너지와 관련한 내용을 포함하고는 있지만, 목표 설정이 부재하고 대부분 탈탄소화를 위한 방향성을 제시하는 수준에 그치고 있다. 이 때문에 신재생에너지 보급실적과 집단에너지의 최근 상황을 보더라도 열에너지와 관련한 탄소중립 정책이 제대로 이행되지 못하고 있는 것이 현실이다..

그렇다면 해외에서는 열에너지 정책에 대해 어떠한 시각을 가지고 있으며 어떻게 수립하고 있는지를 살펴볼 필요가 있을 것이다. 세계 재생에너지기구(IRENA)에서도 열에너지를 전 세계 최종에너지에서 49%를 차지하고 있어 시급한 탈탄소화가 필요한 영역으로 보고 있다. 이와 같은 인식을 가지고 있는 EU에서는 2015년 파리기후협약의 후속 조치로 2016년 에너지안보패키지(Energy Security Package)를 수립하면서 열 전략(Heating and Cooling Strategy)을 중요한 구성요소로 포함하였으며 이를 통해 EU 차원에서 회원국들에게 요구하는 열에너지의 탈탄소화 방향성을 명확히 하였다. 그리고 이를 에너지효율지침(EED), 건물에너지성능지침(EPBD), 재생에너지지침(RED)의 개정에 반영하여 열에너지의 더욱 구체적인 탈탄소화 목표를 설정함과 동시에 실효성 있는 이행방안을 제시하였다. 특히, EU 열 전략에서는 회원국들에게 국가에너지기후계획(NECP) 수립 시 열 부문을 포함하도록 하였다. 이에 따라 회원국들과 최근 EU를 탈퇴한 영국에서도 열에너지의 탈탄소화 정책을 중요한 비중으로 다루고 있을 뿐 아니라 탈탄소화를 위한 지원 정책도 적극적으로 마련하고 있다.

이러한 열에너지 부문에 대한 정책적 노력은 비단 유럽에서뿐만 아니라 최근에는 미국에서도 발견할 수 있다. 미국에서는 2022년 인플레이션감축법(IRA)을 통해 기후변화 대응 및 친환경 에너지 보급에 대한 기조가 강화되었다. 그 과정에서 열에너지 탈탄소화를 위한 수단으로써 히트펌프 보급을 핵심과제로 설정하고 많은 주들이 2030년까지 히트펌프

2천만 대 보급을 위한 협약에 자발적으로 참여하고 있다. 또한 산업 공정 열 생산과정에서 배출되는 온실가스를 2035년까지 85% 감축한다는 목표를 설정하기도 하였다. 띠라서 열에너지 탈탄소화에 대한 관심은 세계적인 추세로 자리를 잡아가고 평가할 수 있을 것이다.

그렇다면 우리는 열에너지 정책을 어떤 과정을 통해 제대로 수립할지에 대해 심도 있는 고민이 필요할 것이다. 먼저 열에너지를 소비하는 부문별 용도별로 수요를 구분하여 파악하고 어떠한 대안 기술이 가능할지를 명확히 규명해야 한다. 이러한 기술들의 비용과 성능이 현재와 미래 관점에서 분석되는 것도 중요하다. 그리고 열에너지 탈탄소화 수단으로 해외에서 주목하고 있는 미활용 열에 대해서도 국내 잠재량을 파악하는 것이 필요하다. 이러한 정보들은 합리적이고 효과적인 열에너지 정책을 수립하기 위해 반드시 필요한 기반으로서 열에너지 정보통계 체계를 구축을 통해 실현할 수 있을 것이다. 이를 보다 구체화하면 열에너지 정보통계를 전제로 열에너지의 탄소중립 목표와 방향성을 설정하는 열에너지 탄소중립 기본계획이 수립되어야 한다. 그리고 기본계획을 일정에 따라 구체적으로 이행하기 위한 열에너지 탄소중립 로드맵도 수립하는 한편, 이를 실현하기 위한 지원제도도 도입되어야 할 것이다.

목차

제1장 열에너지 정책 왜 중요한가? ····· 8

1. 국내 열에너지 소비 특성 ····· 8

가. 열에너지의 정의 ····· 8

나. 열 소비 비중 ····· 8

다. 화석연료 의존도 ····· 10

라. 열에너지 소비 특성 (서울시를 중심으로) ····· 11

제2장 우리나라 열에너지 정책은? ····· 12

1. 국내 열에너지 관련 정책 현황 ····· 12

2. 국내 열에너지 관련 정책 이행실태 ····· 13

3. 국내 열에너지 관련 정책평가 ····· 17

제3장 해외에서는 열에너지 정책을 어떻게 만들고 있을까? ····· 19

1. EU 열에너지 정책 ····· 19

가. EU 열 전략 ····· 20

나. 재생에너지효율지침 (EED) ····· 21

다. 건물에너지성능지침 (EPBD) ····· 23

라. 재생에너지지침 (RED) ····· 24

2. EU 주요국 열에너지 정책 ····· 26

가. 독일 ····· 26

나. 프랑스 ····· 26

다. 영국 ····· 27

3. 미국 열에너지 정책 ····· 30

제4장 우리나라의 열에너지 정책은 어떻게 수립되어야 하는가? ····· 31

1. 열에너지 탈탄소화 방안 ····· 31

가. 산업 부문 ····· 32

나. 건물 부문 ····· 32

2. 열에너지 탄소중립 계획 및 로드맵 수립 ····· 33
가. 열에너지 탄소중립 기본계획 수립 ····· 33
나. 열에너지 탄소중립 로드맵 수립 ····· 34
3. 지원제도 발굴 ····· 34
4. 열에너지 통계 개선 방안 ····· 35
가. 열에너지 정보통계의 필요성 ····· 35
나. 열에너지 정보통계 체계의 방향성 ····· 38
5. 열에너지 정책 발전 입법과제와 법제 방안 ····· 40
가. 국내 에너지 법률 현황 ····· 40
나. 열에너지 활성화를 위한 입법과제 ····· 45

부록: 세계는 지금 히트펌프에 주목 ····· 47
1. 세계 히트펌프 시장동향 ····· 47
2. 주요 국가들의 히트펌프 보급정책 ····· 48
3. 히트펌프의 재생에너지 인정 범위 ····· 49
4. 히트펌프의 주요 사례 ····· 51
가. 건물 히트펌프 ····· 51
나. 지역난방 히트펌프 ····· 53
5. 국내 히트펌프 보급 활성화 방안 ····· 54

표 목차

표 1. 국내 열에너지 정책 현황 ····· 13
표 2. EU 차원의 열에너지 정책 ····· 20
표 3. 유럽 주요국의 국가 열에너지 정책 현황 ····· 29
표 4. 미국의 히트펌프 보급 목표 설정에 참여한 주·령 현황 ····· 30
표 5. 에너지 분야 국가승인 통계 구분 ····· 36
표 6. 국내 주요 미활용 폐열 연간 발생량 분석(단위: 천Gcal/y) ····· 39
표 7. 에너지 관련 법률의 구성 ····· 41
표 8. 국내 에너지 관련 법률의 분류 ····· 42
표 9. 신규 제정 법률 및 그 외 유관 법률 ····· 43

부록 표 1. 미국의 히트펌프 보조금(HEEHRA) 정책 ····· 49
부록 표 2. EU RED-II 재생에너지 정의 ····· 51

그림 목차

그림 1. 국내 최종에너지 소비 구성 및 부문별 열 소비 비중(2021년 기준) ····· 9
그림 2. 에너지통계 연보(2018년도)를 통해서 본 최종에너지에서의 열에너지 비중 ····· 9
그림 3. 부문별 열 소비 공급원 구조 ····· 10
그림 4. 국내 연도별 신재생에너지 종류별 에너지 생산 추이 ····· 14
그림 5. 산업단지 집단에너지 사업의 연료구성 추이 ····· 15
그림 6. 지역냉난방 집단에너지 사업의 열원 구성 추이 ····· 16
그림 7. 지역냉난방 집단에너지 사업의 연료구성 추이 ····· 16
그림 8. 업종별·공정별 열 소비 온도 분포(330개 업체 대상) ····· 31
그림 9. 열 소비 온도에 따른 탈탄소화 기술 ····· 32
그림 10. 에너지수급 통계 작성 체계 ····· 37

부록 그림 1. 주요 국가 건물 히트펌프 및 화석연료 난방시스템 판매 비율 ····· 47
부록 그림 2. 주요 국가 건물 히트펌프 판매 성장률(2022) ····· 48
부록 그림 3. 냉동사이클의 구성도 ····· 50
부록 그림 4. 영국 더비시 공공주택 히트펌프 설치 ····· 52
부록 그림 5. 뉴욕시 창문형 히트펌프 설치 사례 ····· 53
부록 그림 6. 덴마크 지역난방용 해수 이용 히트펌프(50 MW) ····· 53
부록 그림 7. 오스트리아 빈 하수 이용 히트펌프(55 MW) ····· 53
부록 그림 8. 히트펌프 우선 적용 건물유형 (1~3 순위) ····· 56

01

제1장 열에너지 정책 왜 중요한가?

1. 국내 열에너지 소비 특성

가. 열에너지의 정의

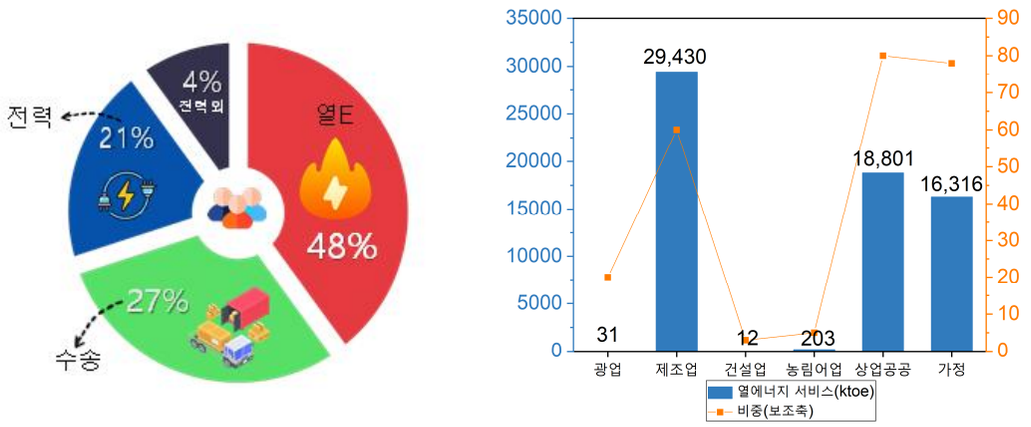
열에너지는 온도를 이용하는 에너지로 공급과 수요의 관점에 따라 그 범위가 달라진다. 공급 관점에서 열에너지는 열의 형태로 에너지를 공급하는 것을 의미한다. 예를 들어, 집단에너지의 열 공급이 열에너지 공급의 범위에 들어간다. 2023 에너지통계연보에 따르면 2022년 우리나라의 최종에너지 소비에서 열에너지 비중은 1.4%를 차지하는 것으로 나타난다. 이는 집단에너지의 지역냉난방에 한정해 공급 관점에서 열에너지 소비량을 파악하고 있는 것이다. 따라서 국내에서 일반적으로 열에너지라고 하면 그 중요성이 타 에너지원들에 비해 낮은 에너지원으로 취급되는 경향이 있는 듯하다.

수요 관점에서 열에너지는 에너지소비의 최종적인 목적이 열을 제공받는데 있는 것을 의미한다. 따라서 공급 관점에 비해 다양한 에너지원을 포함하게 되는 보다 광범위한 개념이라 할 수 있다. 구체적으로 수요 관점의 열에너지는 수송 부문을 제외한 산업 부문과 건물(가정·상업·공공) 부문에서 나타나는 데 대표적인 것으로 산업 공정열 소비와 냉난방, 온수, 취사 등이 여기에 해당된다.

나. 열 소비 비중

국내 최종에너지 소비에서 열에너지 소비의 비중은 최근 연구에 의하면 2021년 기준으로 약 48%로 추정된다. 부문별로는 산업 부문의 최종에너지 소비 중 약 60%, 가정, 상업, 공공 부문의 최종에너지 소비 중에서는 약 80%가 열 이용 목적의 에너지소비로 나타난다 (그림 1). 이렇게 열에너지는 에너지 수요의 큰 부분을 차지하고 있으나, 기존의 열에너지는 주로 공급을 중심으로 접근되었다. 탄소중립의 효과적인 달성이 요구되는 현시점에서 '열 부문(heating and cooling sector)'으로 구분되는 열에너지는 수요 관점에서 접근되어야 할 필요가 있다.

[그림 1] 국내 최종에너지 소비 구성 및 부문별 열 소비 비중(2021년 기준)



출처: 진태영·오세신·박지용(2023)

[그림 2] 에너지통계 연보(2018년도)를 통해서 본 최종에너지에서의 열에너지 비중
(서울대 미래기초학문 분야 기반조성사업 보고서, 2024. 준비 중)

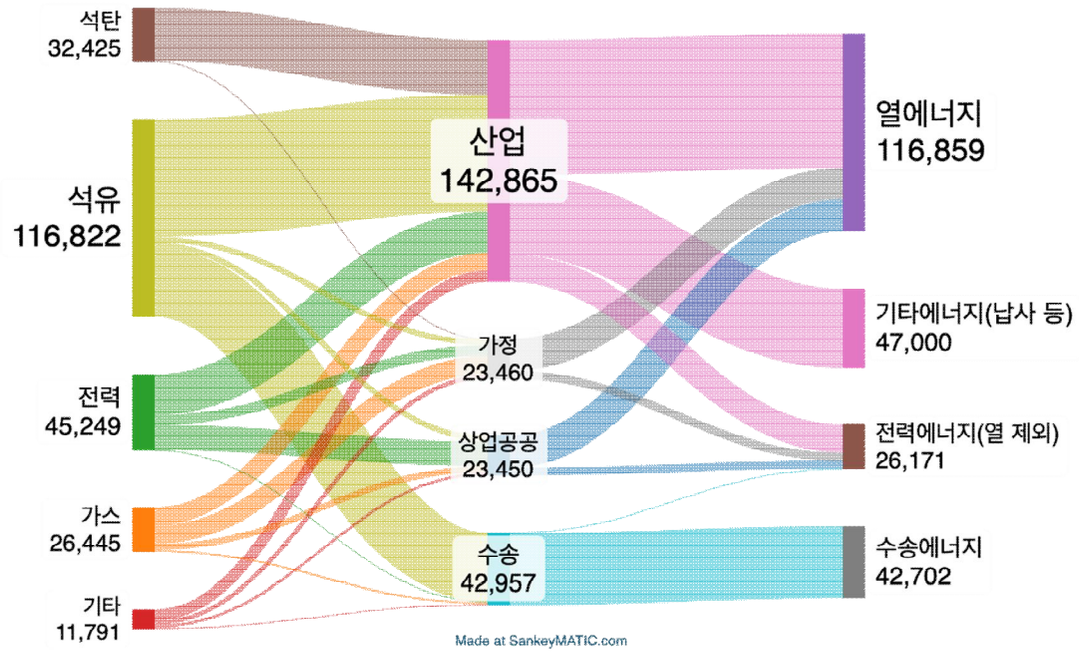


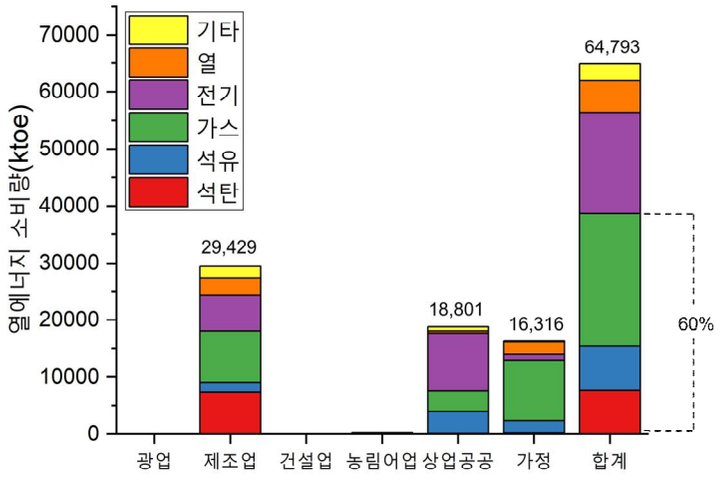
그림 2는 2018년도 에너지 통계연보 데이터를 활용하여 대한민국의 화석연료 소비와 에너지 사용 현황을 시각적으로 나타낸 생키 다이어그램이다. 이 다이어그램은 화석연료를 포함한 다양한 에너지원 흐름에서 부문별 에너지 소비를 거쳐 에너지원 분류로 가는 흐름을 한눈에 보여준다. 각 에너지원은 석탄, 석유, 전력, 가스, 기타로 구분되며, 이들이 산업, 가정, 상업공공, 수송 부문에서 어떻게 사용되는지를 나타내고 있으며, 최종적으로는 (1) 열에너

지, (2) 납사 등 기타 에너지, (3) 열 제외 전력에너지, (4) 수송에너지로 재분류한다. 먼저, 왼쪽 최종에너지(232,732 ktoe)에서 출발하는 에너지원은 크게 석탄(32,425 ktoe), 석유(116,822 ktoe), 전력(45,249 ktoe), 가스(26,445 ktoe), 기타(11,791 ktoe)로 구분된다. 2018년도 1차 에너지는 307,503 ktoe에 해당된다. 전력생산과정의 손실을 반영하면 최종에너지인 232,732 ktoe가 된다. 각 에너지원은 오른쪽의 다양한 최종 용도 부문으로 흐르며, 색상으로 구분된 선들은 각각의 에너지원이 어느 부문으로 얼마나 흘러가는지를 나타낸다. 중앙에 위치한 산업(142,865 ktoe) 부문은 석유와 석탄을 주로 사용하며, 가장 많은 에너지를 소비하는 부문이다. 산업 부문에서 소비되는 에너지 대부분은 열에너지(116,859 ktoe)이며, 그다음으로는 납사가 대다수를 차지하는 기타 에너지(47,000 ktoe)가 있다. 26,171 ktoe는 열 이외의 전력에너지로 분류된다. 가정(23,460 ktoe)과 상업공공(23,450 ktoe) 부문에서는 전력과 가스의 사용 비중이 높다. 전력은 가정 및 상업공공 시설에서 사용되는 전기를 뜻하고, 가스는 주로 난방, 온수, 취사 등에 해당한다. 수송(42,957 ktoe) 부문에서는 석유 사용 비중이 매우 높으며, 이는 주로 수송에너지(42,702 ktoe)로 분류된다. 이는 자동차, 항공기, 선박 등의 이동수단에서 중요한 에너지원으로 작용한다. 에너지 통계연보를 이용한 간단한 방식으로도 최종에너지의 50%가 열에너지로 사용된 것을 알 수 있다.

다. 화석연료 의존도

현재 열 소비를 충족하기 위해 공급되는 에너지는 화석연료에 대부분 의존하고 있다. 세부적으로는 가스, 전기, 석유, 석탄 순으로 높은 비중을 나타내고 있다. 열 소비를 충족하기 위해 공급되는 에너지의 화석연료 의존도는 전기를 제외할 경우 약 60%에 이르며 전기 생산에 투입된 화석연료까지 포함한다면 80% 이상으로 나타난다.

[그림 3] 부문별 열 소비 공급원 구조



출처: 진태영·오세신·박지용(2023) 일부 그림 수정

이는 전 세계적인 추세와도 크게 다르지 않다. 세계재생에너지기구(IRENA)에서는 2019년 기준 전 세계 최종에너지 소비에서 열에너지가 차지하는 비중을 49%로 분석하며, 열에너지 공급원 중 재생에너지의 비중은 10.4%에 불과하다고 보고한 바 있다.

2. 열에너지 정책 필요성

기존의 열 관련 탄소중립 정책은 우리나라의 열에너지 소비의 행태적 관점에서 접근하기보다는 에너지 공급원의 관점에서 탈탄소 방안을 제시한다. 따라서 에너지소비 자체를 줄이고자 하는 에너지효율 향상 정책(단열 성능 강화, 사용 기기의 성능 개선 등)을 제외하면 대부분의 열 관련 탄소중립 정책은 현재의 공급 인프라를 유지한 가운데 연료를 대체하거나 전기화하는 방안에 초점을 맞추고 있다. 일례로 도시가스의 경우 수소 또는 바이오가스를 혼합하는 방안이 그러한 대표적인 예라 할 수 있다. 열에너지 탄소중립 정책을 수요 측면에서 접근하면 열 소비의 시간 및 계절 패턴, 온도, 열 매체 종류 등의 특성을 용도별, 부문별로 파악하여 적용 가능한 탈탄소화 기술들을 식별할 수 있다. 또한, 부문별 용도별 열 소비의 비용 구조를 조사하고 적용한 가능한 탈탄소화 기술들의 현재 및 미래 비용을 분석함으로써 비용 효율적으로 최적의 열 부문 탄소중립 정책을 수립할 수 있다. 따라서 수요중심의 열 부문 탄소중립 정책은 기존의 공급 중심의 탄소중립 정책과 비교해 비용 효율적이고 효과적인 탄소중립 정책이 될 수 있다.

열 소비 관점에서 탄소중립 정책이 수립되지 않는다면 우리나라는 2050년 탄소중립 목표의 달성이 불가능할 뿐 아니라 비용 효율적인 탄소중립의 추진도 어려울 것으로 예상된다. 공급 중심의 온실가스 감축 정책은 탄소중립 시대에 요구되는 에너지 소비행태 전환의 중요성을 전혀 고려하지 못한다는 점에서 한계를 가진다. 열 소비의 경우 부문별로 가용한 대안 기술들이 상이하므로 부문별 특성에 부합한 국가 열 소비 정책이 수립되어야만 공급 부문의 탄소중립 정책도 효율적이고 효과적으로 수립될 수 있다. 구체적인 예를 들면, 전력 부문의 탄소중립 정책을 수립할 때 미래 전력 수요를 전망한다. 이때 부문별 전력화 가능성을 전력 수요에 반영해야 하는데, 어떠한 기술로 전력화하느냐에 따라 전력 수요는 크게 달라질 수 있다. 따라서 에너지소비 부문별로 전력화가 최우선으로 필요한 소비행태를 식별하고 최적의 전력화 기술을 선별하는 것이 중요하다. 이는 소비 관점에서의 열에너지 정책이 반드시 요구되어야 하는 이유이다.

02

제2장 우리나라의 열에너지 정책은?

1. 국내 열에너지 관련 정책 현황

우리나라의 열에너지 정책은 하나의 전략 및 계획을 통해 종합적으로 다루어지기보다는 여러 에너지 계획 등을 통해 산발적으로 다루어지고 있는 실정이다. 아래 표 1은 국내 열에너지 정책별 세부내용을 정리한 것이다. 이들을 열에너지 공급과 수요 측면으로 구분해서 살펴보면, 공급정책은 보급과 연료전환 정책 및 계획과 관련된 내용을 포함하고 있으며, 수1. 국내 열에너지 관련 정책 현황 측면에서는 효율 향상, 연료 및 기술 전환과 관련한 정책 및 계획들과 관련된 내용을 포함하고 있다.

공급 관점에서는 열 공급의 큰 부분을 차지하는 집단에너지 정책을 종합적으로 다루는「집단에너지 공급 기본계획」이 있으며,「2050 탄소중립 시나리오」,「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안」「신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획」(이하 '신재생에너지 기본계획')과「수소경제 이행 기본계획」,「탄소중립 녹색성장 기본계획」등에서도 집단에너지의 탈탄소화를 위한 정책을 일부 포함하고 있다. 그 내용으로는 온실가스 감축 효과가 있는 집단에너지의 단기적 보급 확대 계획을「집단에너지 공급 기본계획」하에서 수립하고, 산업단지의 석탄 및 석유의 LNG 및 바이오매스로의 전환과 지역냉난방의 수소연료전지, 지열, 태양열, 미활용 열의 이용 확대 등 연료전환 측면의 방안들을 제시하고 있다.

수요 관점에서 열에너지 정책은 산업 및 건물 부문의 에너지 정책을 포함하는「에너지이용합리화계획,「녹색건축물 기본계획」,「2050 탄소중립 시나리오,「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안,「탄소중립 녹색성장 기본계획,「국가 배출권 할당계획」등에서 관련 내용을 찾아볼 수 있다. 에너지효율 측면에서는 산업 부문의 공정 효율 개선, 건물 부문의 그린리모델링과 제로에너지 건축 의무화 등의 내용을 제시하고 있다. 연료 및 기술전환 측면에서는 산업 부문의 수소환원제철과 전기화 및 건물 부문의 지열과 수열의 활용 및 전기화 등의 내용을 포함한다. 또한 탄소중립의 여건 조성도 수요 측면의 정책으로 해석할 수 있다. 예를 들어 배출권거래제는 배출량 저감에 일차적인 목적이 있으나, 온실가스 저감 기술에 대한 장기적인 시장 경쟁력을 확보하는 효과도 있어 수요 측면의 열에너지 정책으로 포

함할 수 있다.

<표 1> 국내 열에너지 정책 현황

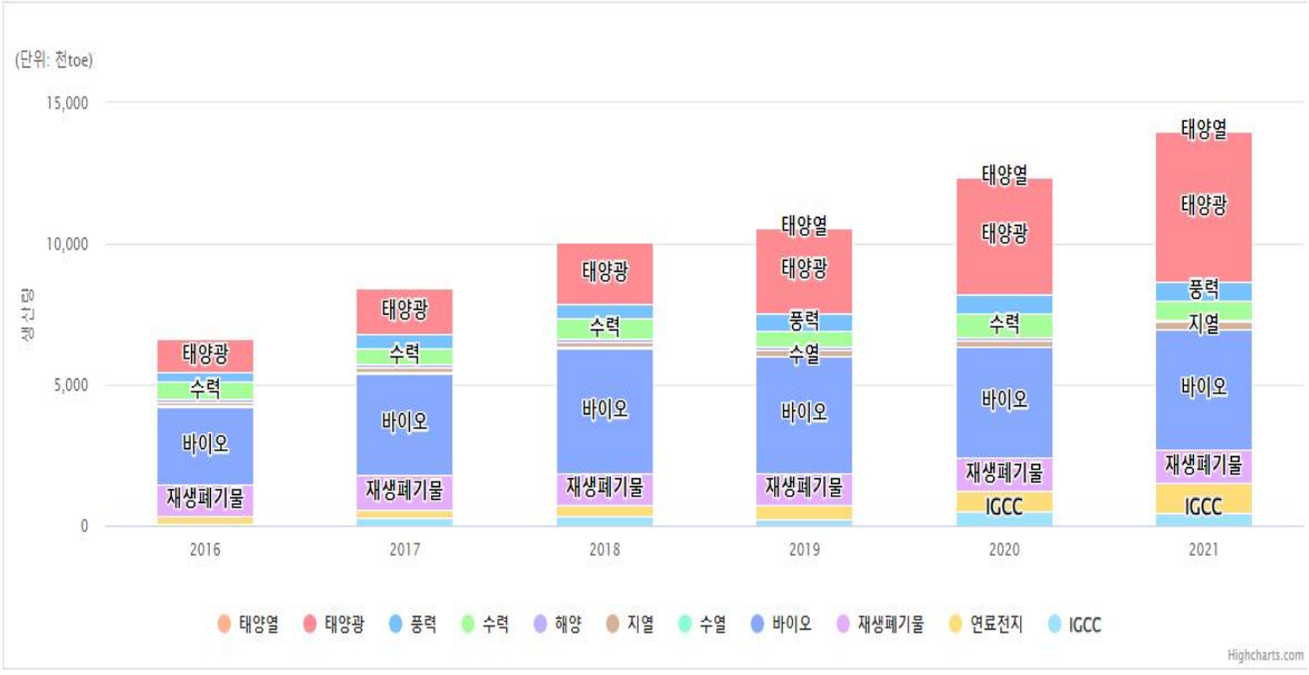
구분	정책명	내용
열공급 정책	제5차 집단에너지 공급 기본계획 (2020. 2)	· 산업단지: 석탄·석유의 LNG·바이오매스로 전환 · 지역난방: 수소 연료전지, 지열, 태양열, 수열, 미활용 열 이용 확대, 노후 열수송관 및 사용시설 교체, 사업자 간 열거래 확대 등
	제5차 신재생에너지기본계획 (2020. 12)	· 열 공급자가 일정 비율을 신재생 열로 공급하는 것을 의무화하거나 인센티브 지원의 방안 마련
	2050 탄소중립 시나리오(2021. 10)	· LNG 열병합발전 중심의 기존 사업구조에서 연료전지나 미활용 열 비중 확대
	2030 온실가스 감축목표 상향안 (2021. 10)	· 산업단지: 열병합발전의 연료 전환(석탄·석유 → LNG·바이오매스) · 지역난방: 효율 향상
	제1차 탄소중립녹색성장 기본계획 (2023. 3)	· 산업단지 연료 전환(석탄 → LNG) 지원
열수요 정책: 에너지 효율	제2차 녹색건축물 기본계획 (2019. 12)	· 단열성능 강화와 냉방성능 기준 설정 및 적용건물 확대 · 신축건물: 제로에너지 건축물 의무화 · 기존건물: 그린 리모델링
	제6차 에너지이용합리화계획 (2020. 8)	· 건물 냉난방기 효율 개선 및 데이터 수집 체계 구축 · 산업부문 에너지사용계획 협의제도 강화
	2050 탄소중립 시나리오(2021. 10)	· 산업부문: 공정 효율 개선 지원 · 건물부문: 제로에너지 건축과 그린 리모델링 통해 2050년 냉난방 에너지원단위를 2018년 대비 30% 개선, 에너지소비효율 강화 및 표시제도 확대
	국토교통 탄소중립 로드맵(2021. 12)	· 제로에너지 건축 의무화 강화(공동주택 적용을 2025년에서 1~2년 조기화)
	2030 온실가스 감축목표 상향안 (2021. 10)	· 산업부문(6.4%→14.5%)과 건물 부문(19.5%→32.8%)의 감축목표 상향 · 산업부문: 철강 에너지소비 저감기술 조기 상용화, 석유화학 자원순환, 시멘트 열 소비 효율 개선 · 건물부문: 제로에너지 건축, 그린 리모델링
	제1차 탄소중립녹색성장 기본계획 (2023. 3)	· 산업부문: 자발적 협약과 효율개선 투자 유도 · 건물부문: 에너지절약 및 효율 향상 인센티브, 에너지원단위 관리 제도화, 고효율제품 개발 및 보급 · 신축 건물 제로에너지 건축 시 용적률 상향, 기존 건물 기른 리모델링 지원 범위 확대 및 강화
열수요 정책: 연료 및 기술 전환	2050 탄소중립 시나리오(2021. 10)	· 산업부문: 수소환원제철 대체 및 전기로 확대(철강), 유연탄에서 폐합성 수지와 수소열원 전환(시멘트), 전기화 및 납사원료 전환(석유화학) · 건물부문: 지열 및 수열 보급, 태양광 기반 전력화
	2030 온실가스 감축목표 상향안 (2021. 10)	· 산업부문: 철강, 시멘트, 석유화학 업종의 전력화, 산업단지 열병합발전 연료 전환 · 건물부문: 지열, 수열 및 전력화(태양광)
	제1차 탄소중립녹색성장 기본계획 (2023. 3)	· 산업부문: 탄소중립 기술 개발 및 조기 상용화 · 건물부문: 신재생에너지 전환 및 전력화

2. 국내 열에너지 관련 정책 이행실태

열 부문에서 재생에너지 및 미활용 열 등 탄소중립을 위한 기술의 보급과 연료전환 등

의 실적은 대부분 저조한 것으로 나타나고 있다. 그림 7의 국내 신재생에너지 생산량 추이를 살펴보면 2016년 6.7 백만toe에서 2021년 14.0 백만toe로 최근 5년간 두배 이상 증가하였다. 그러나 이 중 열 생산 기술인 태양열, 지열, 수열로부터의 에너지생산량은 전체 생산량의 5%에도 못 미치고 있다. 지열과 수열은 다소 증가세를 보이고 있으나, 신재생에너지 발전량의 증가 속도와 비교하면 상당히 저조하다. 이는 국내 신재생에너지 보급이 발전 중심으로 추진되고 있기 때문으로 볼 수 있으며, 열 생산을 위한 신재생에너지 보급은 실질적인 관심과 지원의 부족 외에도 열 부문의 배출비용 반영 체계가 없는 등의 경제적 기술적 여건 미비로 인한 것으로 나타난다.

[그림 4] 국내 연도별 신재생에너지 종류별 에너지 생산 추이

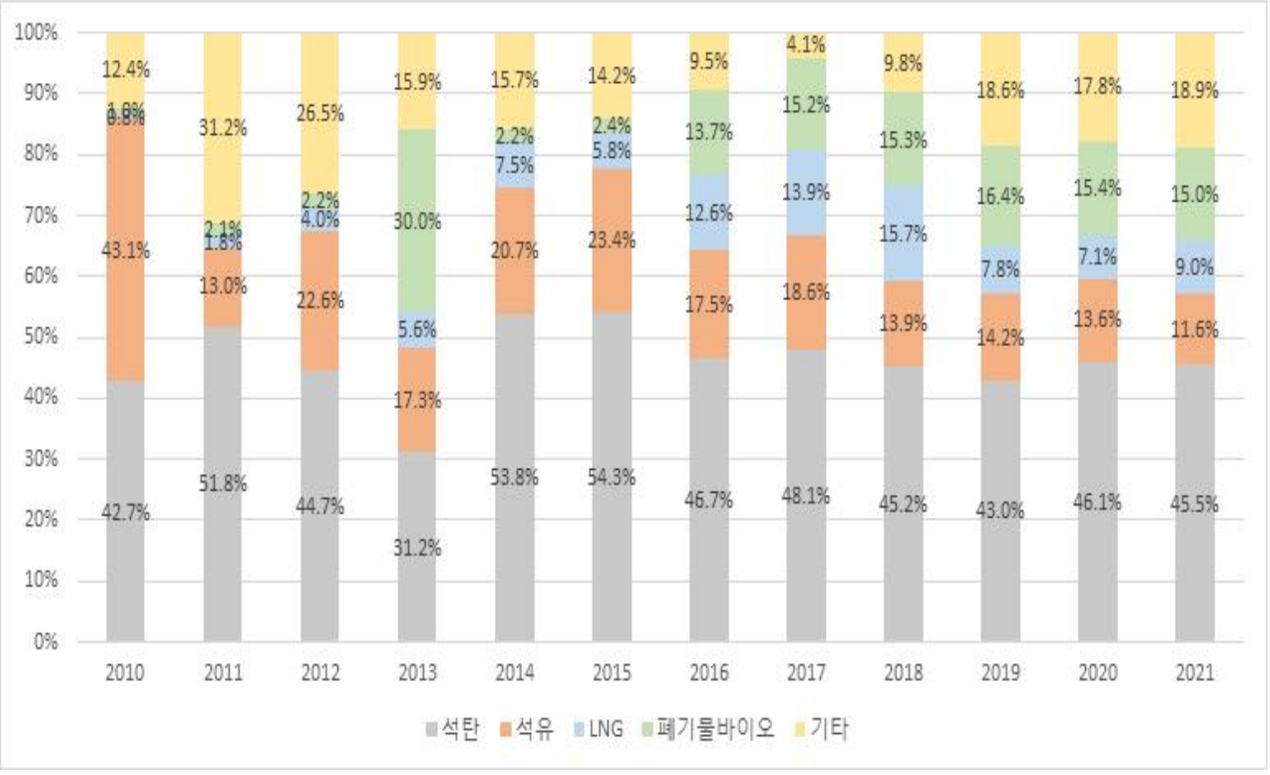


출처: 한국에너지공단 신재생에너지센터

열에너지 정책의 이행을 산업단지 내 집단에너지와 지역냉난방 공급을 위주로 살펴보면, 우선 산업단지 내 집단에너지의 열에너지 관련 정책은 집단에너지의 열병합발전(CHP) 연료를 기존 석탄에서 LNG로의 전환 위주로 추진되고 있다. 그러나 사업성 저하로 인해 발전용량을 대폭 확대가 계획되고 있어 연료 전환의 실제 이행 성과가 우려된다. 현재까지 연료전환을 추진하는 산업단지 내 집단에너지 사업자는 한주(울산)와 한화에너지(여수)로 열에너지 공급원을 석탄에서 LNG로 전환하면서 에너지 생산 용량을 각각 155 MW에서 299 MW로, 260 MW에서 964 MW로 증설하였다. 만약 산업단지 내 집단에너지 사업자들 대부분이 동일한 방식의 연료전환을 추진할 경우 LNG 발전용량이 지나치게 증가해 국가 발전믹스에서 LNG 비중이 계획 이상으로 높아질 수 있으며, 이는 발전 부문 탄소중립 이행에 부정적으로 작용할 것이다.

최근 10여 년 동안 산업단지 집단에너지의 연료구성 추이를 살펴보면 석탄이 40~50%의 비중을 꾸준히 유지하였으며, 석유는 지속적으로 비중이 축소되어 최근에는 10% 초반 수준을 나타낸다. LNG는 2016년부터 사용량이 크게 증가해 현재 그 비중이 석유와 비슷한 10% 내외를 기록하고 있다. 바이오매스와 폐기물의 활용은 2016년부터 10%대 이상으로 증가하며 최근에는 15% 수준을 기록했다.

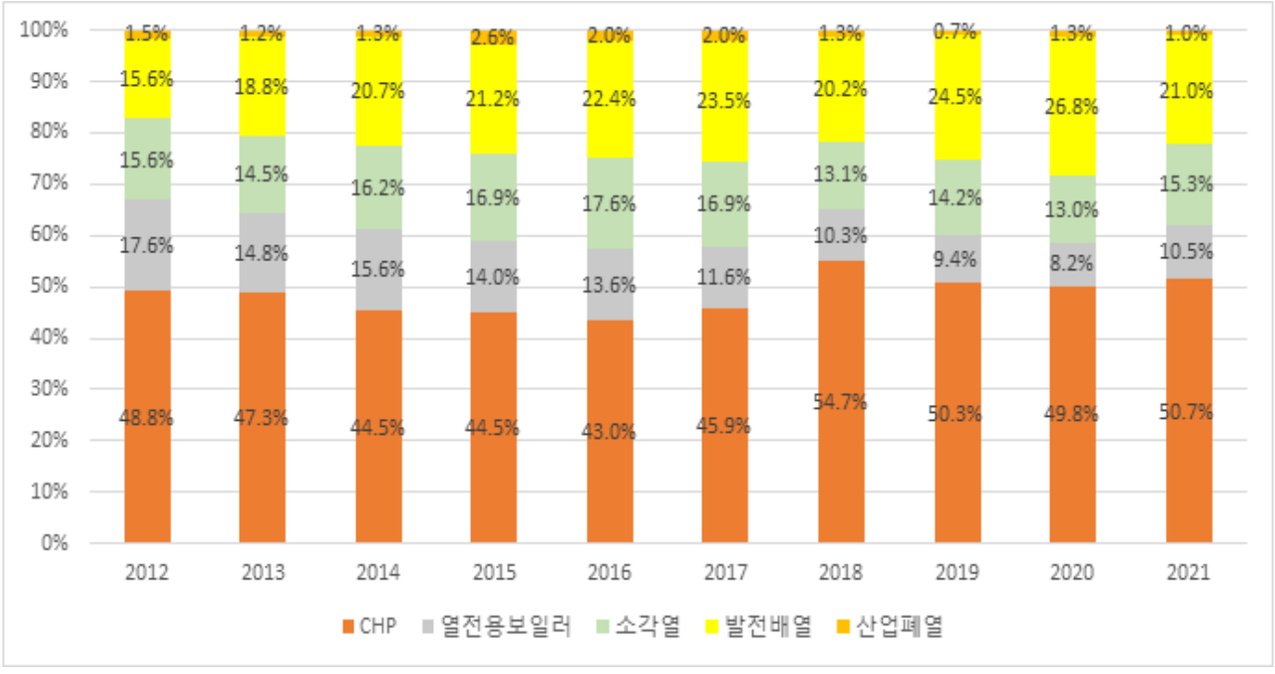
[그림 5] 산업단지 집단에너지 사업의 연료구성 추이



출처: 한국에너지공단

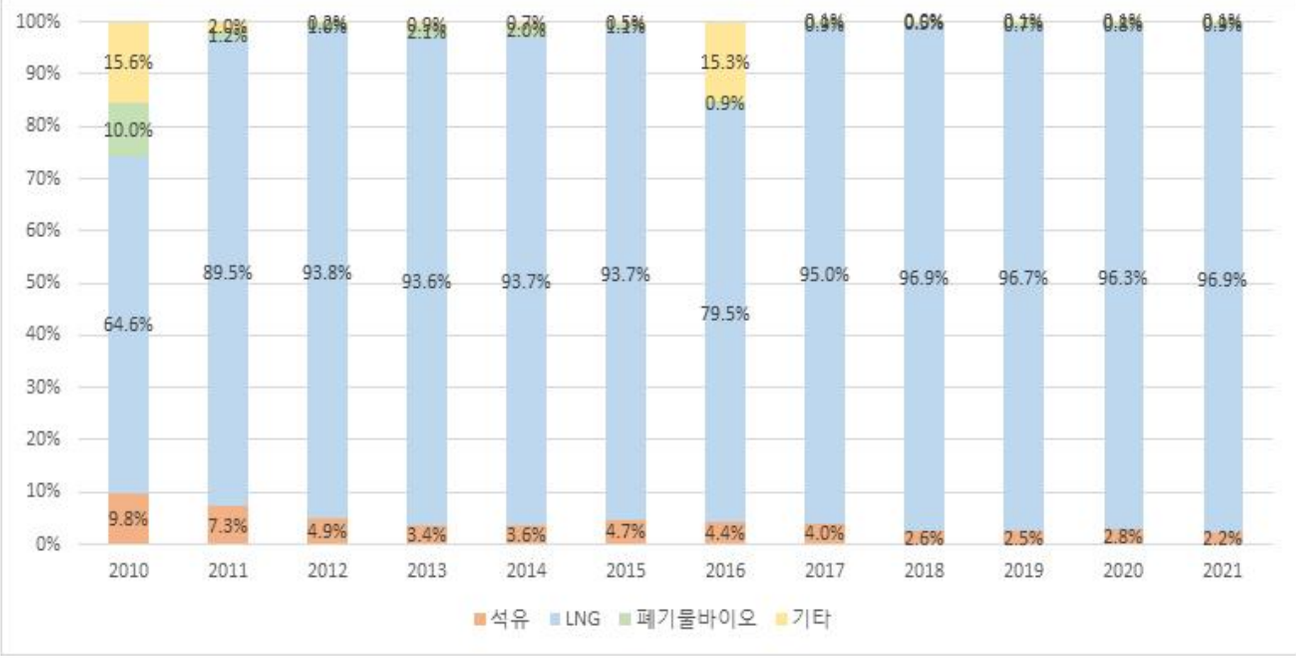
지역냉난방 공급에서는 비교적 생산비용이 저렴한 폐기물 소각열이 상당한 비중으로 이용되고 있다. 재생 열이나 그 밖의 미활용(하수열 등)을 이용하는 사례는 극히 제한적이며 현재까지 신규 사업으로 추진되는 사례도 없는 것으로 나타났다. 그림 9에서 확인할 수 있듯이 열원의 구성은 CHP와 저가로 거래가 가능한 소각열이 증가하고 있으나, 소각시설의 감소추세로 소각열의 지속적인 확대는 어려울 것으로 예상된다. 열 공급에서 최근 대두되는 재생 열 및 히트펌프를 동반하는 미활용 열을 이용하는 것은 상당한 비용 증가로 인해 사업성 확보가 일차적인 문제로 나타난다. 특히, LNG를 친환경 연료로 인식하는 분위기로 인해 2021년까지 지역냉난방 사업에서 LNG에 대한 의존도는 확대되어 왔다 (그림 10). 따라서 공급 관점에서 열에너지 공급원으로 인식되는 집단에너지 사업의 탄소중립 이행 실태도 기존의 배출집약도가 높은 석탄을 배출집약도가 낮은 LNG로 대체하는 수준에 그치고 있을 뿐 탄소중립이 요구하는 수준의 탈탄소화는 진행되고 있다고 보기는 어렵다.

[그림 6] 지역냉난방 집단에너지 사업의 열원 구성 추이



출처: 한국에너지공단

[그림 7] 지역냉난방 집단에너지 사업의 연료구성 추이



출처: 한국에너지공단

이와 같이 열에너지 부문의 탄소중립 이행 실태는 재생 열에너지 보급에서부터 최종에너지 소비에서 차지하는 비중이 얼마 되지 않은 집단에너지에 이르기까지 매우 미흡하다고 평가할 수밖에 없다. 특히, 집단에너지는 열에너지를 직접 생산해 소비자에게 공급하는 시스템이므로 다양한 열원을 활용할 수 있다는 기술적 장점을 가지고 있음에도 불구하고

탈탄소화가 제대로 추진되지 못하고 있다. 이는 우리나라에서 열에너지 정책이 제대로 수립되지 않고 있는 것과 결코 무관하지 않아 보인다.

3. 국내 열에너지 정책평가

국내 열에너지 정책은 다양한 에너지 관련 기본계획과 활성화 방안 등에서 다루어지고 있음에도 불구하고 열에너지에 대한 목표 설정이 부재하고 대부분 탈탄소화를 위한 방향성을 제시하는 수준에 그치고 있다. 우리나라의 온실가스 감축 목표의 설정은 산업 부문, 전환 부문, 건물 부문, 수송 부문으로 구분해 목표를 설정하고 있으나, 각 부문별 에너지소비 특성을 충분히 고려하지 않아 효율적이고 효과적인 탄소중립 전략이 수립되기 어렵다. 따라서 수요측면의 열 부문에 대한 온실가스 감축목표를 별도로 설정하여 전략을 수립하고 관리할 필요가 있다.

수요측면의 열 부문 전략수립을 위해서는 현재 부문별 열 소비를 특성에 따라 분류하고, 분류된 하위계층별 탄소중립을 위한 기술 수단을 특정하는 작업이 선행되어야 한다. 이를 바탕으로 현재 기술의 비용과 대안이 되는 기술 수단들의 비용을 비교하는 한편, 대안 기술들의 장기적 발전 가능성도 검토되어야 할 것이다. 이러한 분석 결과를 기반으로 열에너지 부문의 탈탄소화 방향성이 제시되고, 구체화된 활성화 방안의 수립 및 지원 제도가 마련되어야 한다.

열 부문의 탄소중립이 효율적으로 진행되기 위해서는 탄소비용을 반영한 열 공급 기술 간 경쟁력 변화가 필요하다. 따라서 열 공급 시장의 구조적 변화가 촉진될 수 있는 열에너지 정책이 요구된다. 현재 열에너지 정책은 공급방식별로 기존 방식의 유지를 전제로 탈탄소화 대안을 모색하는 경향이 있다. 예를 들면 보편적인 주택용 난방 방식인 도시가스 개별 보일러와 지역냉난방에 대해 정부는 난방 시장 관점에서 탈탄소화를 위한 통합적인 전략을 모색하지는 않고 있다. 이에 따라 도시가스 공급자는 수소 혼소를 유력한 방안으로 검토하고 있으며, 지역냉난방 사업자 또한 연료전지 및 수소터빈 등 열병합발전 기술에 한정해 대안을 고민하고 있는 실정이다. 이런 기존의 개별 열 공급방식별 탈탄소화 전략이 보다 포괄적인 난방 소비의 관점에서 비용 효율적인 탄소중립 방안인지에 대한 정책결정자들의 판단이 필요하다. 이는 속도감 있는 온실가스 감축을 위해 고민되어야 한다.

또한 온실가스 저감기술의 전환을 촉진하는 배출권거래제는 국내에서는 대형 건물 및 지역냉난방 사업자만 참여할 수 있다. 주거용 건물의 도시가스 소비는 배출권거래제 대상에서 제외되어 있어 열에너지의 탈탄소화 추진에 한계가 예상된다. 도시가스를 사용하는 주택과 같이 배출 비용을 부담하지 않는 난방 수요자들은 비용 경쟁력이 높은 난방 연료(화석연료)

를 선호한다. 따라서 현재 시장 구조가 지속적으로 유지될 것이다. 배출권거래제 제3차 계획기간에는 지역냉난방 사업자의 열 공급에 대해 배출권을 무상으로 할당하고 있으나 열 수요가 예상보다 크게 증가할 경우 배출비용 발생으로 유상할당 전환이 논의될 수 있다. 이 경우 배출비용을 줄이기 위해 탈탄소 기술로의 전환이 이루어질 것이다. 따라서 장기적으로 건물의 도시가스 소비에 대한 탄소비용 부과 방안을 국가 열에너지 정책에서 심도 있게 다루는 것이 필요하다.

우리나라는 2050년 탄소중립 달성을 선언하였으며, 2030년까지 온실가스 감축을 2018년 대비 40% 감축하는 NDC를 수립하였다. 2050 탄소중립 시나리오에 따르면 2050년까지 농축수산을 제외한 나머지 부문에서 80~90%의 온실가스를 감축해야 하는 상황이며, 흡수원도 국내 활용 가능성의 불확실성을 내포한 CCUS에 대한 의존도를 2018년 배출량의 10% 이상 포함하고 있다. 현재까지 수립된 온실가스 감축 전략 및 수단이 목표치를 달성하기에는 턱없이 부족하다는 측면에서 열 부문에 대한 탄소중립 정책을 체계적으로 수립하는 것을 통해 효과적으로 온실가스 감축을 확대하는 것이 시급하다.

03

제3장 해외에서는 열에너지 정책을 어떻게 만들고 있을까?

1. EU 열에너지 정책

유럽연합(이후 EU)은 2015년 EU 회원국들이 공동으로 추구해야 하는 전략적 목표로서 에너지연합(Energy Union)을 출범함과 동시에 같은 해 12월 체결된 파리기후협약을 반영하여 2016년에 담은 에너지안보 패키지(Energy Security Package)를 발표하였다. 이는 EU의 최상위 수준에서 에너지 정책 방향성을 제시하는 것으로 EU가 당면하고 있는 시급한 과제들을 반영하고자 ① 가스 공급안보 규정(Security of Gas Supply Regulation) ② 정부 간 에너지 협정의 사전 평가(A Decision on Intergovernmental Agreements on Energy) ③ LNG 및 가스 저장 전략(LNG and Gas Storage Strategy) ④ 열 전략(Heating and Cooling strategy)의 4가지로 구성되어 있다.[1)]

이 중 열 전략은 EU 전체에 적용하기 위한 소비 관점에서의 열에너지 정책 방향을 설정하고 있다고 볼 수 있다. 열 전략에서 수립된 정책 방향은 EU의 에너지 관련 지침들 중에서 열에너지와 밀접한 관련이 있는 에너지효율지침(Energy Efficiency Directive, EED), 건물에너지성능지침(Energy Performance of Building Directive, EPBD), 재생에너지지침(Renewable Energy Directive, RED)를 통해 열에너지의 탈탄소화를 위한 목표 및 이행전략으로 구체화하였다.

표 2는 EU의 열 전략과 세 가지 에너지지침들의 열에너지 관련 내용들을 간략하게 정리한 것이다. 이후에는 열 전략 및 에너지지침들의 열에너지 관련 내용을 보다 구체적이고 상세하게 살펴보고자 하며, 주요 회원국(영국 포함)의 열에너지 정책에 어떻게 반영되고 있는지도 소개하고자 한다.

1) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_16_307

<표 2> EU 차원의 열에너지 정책

정책	목적	주요내용	수단
EU 열 전략	열 부문의 탈탄소화 추진	·건물 및 산업 부문 에너지효율 향상 ·재생에너지 활용 확대 ·지역난방(폐열)	·노후 건물 개보수 비율 향상 ·산업 폐열 회수 및 재활용 ·지역난방 효율 개선 및 열 저장 기술 활용
에너지효율지침 (EED)	전 부문 에너지효율 향상	·국가별 에너지효율 목표 설정 ·에너지 공급자 절감 의무 부과 ·대규모 기업 에너지 감사 의무화 ·2030년까지 최종에너지 소비량 36% 감축 (Fit for 55 기준)	·국가 목표 이행 의무화 ·에너지 빈곤층 지원 ·열병합발전 및 지역냉난방 효율 향상 규정
건물에너지성능 지침(EPBD)	건물 부문 에너지효율 개선	·신축 건물 제로에너지화 의무 ·기존 건물 에너지성능 개선 의무화 ·건물 에너지 인증제 강화 ·2030년까지 건물 부문 온실가스 60% 감축 2050년까지 탄소중립(Fit for 55)	·최소 에너지성능 기준 강화 ·냉난방 설비 정기 점검 의무화 ·스마트 에너지관리 시스템 도입 촉진
재생에너지지침 (RED)	전 부문 재생에너지 비중 확대	·국가별 재생에너지 목표 설정 ·열 부문 재생에너지 확대 의무화 ·지역난방 재생열 활용 확대 ·2030년까지 EU 전체 에너지믹스 내 재생에너지 비중 42.5% (Fit for 55 기준)	·열 부문 연간 재생에너지 비중 1.1%p 확대 ·재생열에너지 의무 공급 및 구매 제도화

가. EU 열 전략

EU는 2016년 EU 에너지안보 패키지 정책의 4가지 구성요소 중 한 가지로 EU 열전략을 채택하고, 회원국들에게 다음과 같은 열에너지 정책 수립을 요구하였다.

1) 임대주택 또는 공동주택에서 에너지 성능 개선에 따른 편익이나 비용을 임대인과 임차인 사이에 또는 주민들 사이에서 어떻게 배분할 것인지를 법적으로 검토하여 관련 규정에 반영해야 한다.

2) 에너지효율 기금의 일정 부분이 에너지빈곤 가구나 관련 제도(에너지효율 냉난방 기기 투자)에서 소외된 영역에 사용되도록 해야 한다.

3) 가구 에너지효율에 대해 소비자 인식을 제고할 수 있도록 소비자협회와 같이 소비자들에게 냉난방 및 단열과 같은 효과적이고 지속가능한 방안에 대해 조언해 줄 수 있는 이해관계자들과 협력해야 한다.

4) 기업 에너지회계의 결과로 제안된 사항이 실제 반영될 수 있도록 지원해야 한다.

5) 개별 프로젝트들을 결합한 대형 프로젝트로 투자의 수익성을 높이는 지역 개발자들을 지원해야 한다.

이 전략은 아래와 같이 회원국들의 국가에너지기후계획(National Energy and Climate Plan)

수립에 있어 열 부문(Heating and Cooling sector)을 포함해야 한다고 명시하고 있다.

"As part of the Energy Union governance, Member States' national energy and climate plans should integrate the heating and cooling sector."[2)]

The Commission invites Member States

To review their property laws to address how to share gains from energy improvements in private rented properties between landlords and tenants, and how to share benefits and costs among residents of multi-apartment buildings. This could be set out in the legal status of condominiums or the regulation of building associations;

To ensure that a share of energy efficiency funding is dedicated to improvements for energy-poor households or (as a proxy) for those living in the most deprived areas, for example, by investing in energy-efficient heating and cooling equipment;

To work with stakeholders to raise consumer awareness of household energy efficiency aspects, and especially with bodies, such as consumer associations, that can advise consumers about efficient and sustainable forms of heating, cooling and insulation;

To stimulate the take-up of the recommendations of company energy audits;

To support local and regional actors who can improve the bankability of investments through 'bundling' individual projects into bigger investment packages. Initiatives such as the ELENA Facility, Smart Cities and Communities and the new integrated Covenant of Mayors for Climate & Energy could encourage this approach.

나. 에너지효율지침(EED)

EU 에너지효율지침은 2012년 수립되어 2018년에 개정 지침[3)]이 발표되었다. 에너지효율지침은 EU 내 에너지효율 개선을 의무화하는 입법 도구로 공급망의 모든 단계와 부문에서 에너지를 효율적으로 사용하기 위해 법적 구속력 있는 조치를 제시한다. 이후 개정 지침은 기존지침의 계획기간 도래에 따른 후속 조치와 새로운 계획기간에 대한 목표치 및 이를 달성하기 위한 추가적인 정책 수단 등을 포함하고 있다.

2018년 1차 개정 이후, EU 집행위원회는 2021월 7월 'Fit for 55'를 통해 탄소중립 이행 촉진을 위한 에너지효율지침 개정안을 제안하였으며, 러시아-우크라이나 사태로 2022년 5월

2) EC, An EU Strategy on Heating and Cooling, 2016. 2. 16, p. 10.
3) Directive (EU) 2018/2002

러시아 화석연료에의 의존도를 줄이기 위한 REPowerEU를 발표하면서 추가 강화방안을 제시하고 이에 대한 2023년 7월 지침 개정안에 공식 합의하여 10월에 발효되었다.

(1) 에너지효율 지침(EED, 2018) 주요 내용

1차 개정 지침은 2030년까지 기준안 대비 최소 32.5%의 에너지효율 향상을 목표로 제시하고, 이를 위해 2021년~2030년까지 최종에너지 소비에서 매년 0.8%씩 절감할 것을 명시한다. 또한 2020년까지 에너지효율 목표치 달성 여부를 2022년 10월 31일까지 평가하는 것을 주요 골자로 한다.

기존 에너지효율지침에서는 건물 난방 관련 에너지효율 방안으로 공동주택에 가구별 난방 소비를 측정할 수 있는 계량기(meter) 또는 열 요금 분배기(heat cost allocator)를 보급하도록 하고, 이를 통해 난방소비자가 난방 소비량 및 요금을 인식하여 난방 소비를 통제할 수 있도록 하는 방안을 제시하였다. 그리고 회원국별로 고효율 열병합 발전과 지역냉난방의 에너지 절감 잠재량을 평가하여 투자자들에게 정보를 제공하도록 하였다.

1차 개정지침(2018)에서는 EU 냉난방 전략을 반영하여 냉난방(온수 포함) 소비자의 사용량 및 요금 관련 정보 권한을 강화하였다. 이를 통해 냉난방 사용량 및 요금 정보를 정확하게 제공할 뿐 아니라 실시간으로 정보를 제공하여 소비자의 즉각적인 수요 반응을 유도할 수 있도록 제안하였다. 특히, 공동주택이나 다목적 건물에서의 세대별 또는 사무실별 개별 사용량을 정확하게 반영할 수 있도록 정부 차원의 냉난방 요금 배분 규칙을 정하도록 하고, 신축 공동주택이나 다목적 건물의 온수에 대한 개별 계량도 가능하도록 요구(Article 9b)하였다. 또한, Article 9c에서는 2020년 10월 25일 이후 신규 장착되는 계량기(또는 요금 분배기)는 원격 검침이 가능해야 함을 명시하고 있다. 이러한 개정 지침은 지역냉난방과 중앙냉난방 시스템에 연결된 건물에서 냉난방 소비자들이 사용량과 요금에 대한 정보에 대한 접근을 용이하게 소비자들의 자발적인 에너지절약을 적극적으로 유도하였다.

(2) 개정 에너지효율 지침(EED, 2023) 주요 내용

'Fit for 55'를 통해 제안된 2차 개정지침은 에너지효율 목표를 상향하여 2030년까지 에너지 소비를 2020년 대비 추가로 최종에너지 소비량의 11.7% 감축을 목표로 한다. 이에 따라, EU 회원국들은 2024~2030년 동안 기존의 0.8%에서 상향된 연간 에너지소비 절감률(2024~2025년 1.3%, 2026~2027년 1.5%, 2028~2030년 1.9%)을 달성해야 한다. 또한 '에너지효율성 우선원칙'을 EU 에너지 정책의 기본 원칙으로 확립하고자 법적지위를 부여하였는데, EU 회원국은 법적으로 정책 입안, 기획, 주요 투자를 결정함에 있어 에너지효율성을 우선시해야 한다.

2차 개정지침은 또 2050년까지 탈탄소화된 지역냉난방(District Heating and Cooling)의 공

급 보장을 목표로 한다. 이를 위해 회원국들은 효율적인 지역냉난방의 정의를 수정하고 재생에너지와 폐열, 냉방의 점진적인 시스템 통합을 요구받았다. 특히 회원국들은 인구 45,000명 이상의 대규모 도시에서의 지역냉난방 계획의 수립을 촉진해야 하고, 지역냉난방 시스템에 연결된 천연가스 기반 고효율 열병합발전에 대한 지원을 2030년 이후에는 불가능하도록 종료해야 하며 신규 열생산 설비에서 화석연료 사용도 금지해야 한다.

다. 건물에너지성능지침(EPBD)

EU 건물에너지성능지침은 2010년에 처음 도입되어 2018년에 개정 지침이 발표되었다.[4] 이후 EU 집행위원회의 'Fit for 55' 후속 조치로서 2021년 12월 지침 개정안이 발의되었으며, 2024년 3월에 최종 개정안이 확정되었다. EU는 건물부문이 EU 전체 최종에너지 소비의 40%, 전체 온실가스 배출의 36%를 차지하고 있다. EU는 건물의 약 35%가 50년 이상 노후화되고 전체 건물의 75%가 비효율적으로 에너지를 사용하고 있다. 이에 반해 매년 건물의 1%만이 에너지 측면에서 개조되고 있어[5] 건물에너지의 저탄소화가 에너지·기후 정책에서 매우 중요한 요소로 간주되고 있다(오세신, 2020). 이에 건물에너지성능지침은 최소 에너지성능 기준을 마련하여 신규건물에 적용하고 기존 건물은 개축을 통해 기준을 충족하도록 하여 건물의 에너지소비를 줄이고 건물에 공급되는 에너지를 저탄소 에너지원으로 전환하도록 유도한다.

(1) 건물에너지성능지침 (EPBD, 2018) 주요 내용

1차 개정지침은 기존 건물의 개축 지원을 통해 전반적인 건물의 에너지성능을 개선하기 위한 광범위한 정책과 지원 수단을 포함하고 있으며, 냉난방과 관련하여 회원국들에게 신규건물이나 대규모의 개축 건물에 대해 고효율 에너지시스템 설치를 촉진하도록 요구하는 내용을 담고 있다. 또한 EU 회원국은 2030년, 2040년, 2050년에 대한 지표와 함께 2050년까지 국가 건물의 탈탄소화를 목표로 하는 강력한 장기 혁신전략을 수립해야 하며, 이 전략은 국가 에너지 및 기후계획의 에너지 효율을 달성하는데 기여해야 한다.

고효율 에너지시스템 설치의 세부내용은 다음과 같다.

1) 냉난방 시스템과 지붕, 벽과 같은 건물 요소의 교체 혹은 개조에 대해 최소 에너지 성능 요구사항을 설정해야 한다.

2) 2021년부터 EU의 모든 신축 건물은 제로에너지건물(NZEB, Nearly Zero Energy Building)이어야 하며, 2019년부터는 모든 신축 공공건물이 NZEB이어야 한다.

4) Directive (2018/844/EU)
5) https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

3) 건물을 매매하거나 임대할 때 에너지성능인증서를 발급받아야 하고 냉난방 시스템에 대한 검사계획을 수립해야 한다.

4) 건물 자동화 및 제어 시스템 설치와 실내 온도 조절 장치에 대한 요구사항을 포함하여, 건물부문의 디지털화를 통해 에너지 절감에 기여하도록 장려한다. 이는 건물의 냉난방 부문에 디지털화를 촉진하여 건물 거주자에게 냉난방 소비 패턴 등의 정보를 제공하고 지역/중앙 냉난방 공급자에게는 시스템을 효율적으로 운영하게 함으로써 보다 높은 수준의 에너지절감을 유도하도록 하는 방안이다.

(2) 개정 건물에너지성능지침(EPBD, 2024) 주요 내용

2차 개정지침은 2030년까지 건물부문에서 2015년 대비 60% 수준의 배출 저감과 2050년까지 기후 중립을 달성하는 목표를 제시하고, 이를 달성하기 위한 방안들을 제시하고 있다. 특히, 모든 건물에 대해 제로배출 건물을 새로운 기준으로 제시한다. 이는 모든 신축 건물은 화석연료로 인한 배출량이 0이어야 함을 의미하며, 공공건물에 대해 2028년 1월 1일부터 적용하고 그 외 건물은 2030년 1월 1일부터 적용하는 것을 명시한다. 주요 조치사항으로서 다음과 같은 내용을 포함하고 있다.

1) 회원국은 주거용 건물에 대해 1차 에너지사용량을 2030년까지 16%, 2035년까지 20~22% 감축하기 위한 자체적인 국가계획을 수립해야 한다.

2) 비주거용 건물은 최소 에너지성능 기준을 점진적으로 도입하여 2030년까지 최저 성능 건물의 16%, 2033년까지 26%를 기준에 부합하도록 개축해야 한다.

3) 2025년 1월 1일부터 보일러에 대한 보조금 종료를 시작으로 화석연료를 사용하는 개별 보일러를 단계적으로 폐지한다.

4) 기술적으로나 경제적으로 가능한 경우 신축 건물은 태양광 설비를 설치할 수 있도록 보장해야 한다.

5) 주택 소유자들에 대해 건물 개축을 위한 지원 체계를 강화하기 위해 EU 전역에 건물 개축 여권(Building Renovation Passport) 제도를 도입한다.

라. 재생에너지지침(Renewable Energy Directive, RED)

EU 재생에너지지침(RED)은 2009년 처음 제정되어 2018년에 개정되었다. 이후 탄소중립과 러시아-우크라이나 사태 등으로 개정안이 추가 제안되어, 2023년 3월 재생에너지지침 개정안에 대한 잠정 합의가 완료된 상태이다.

(1) 재생에너지지침 개정(RED, 2018)[6] 주요 내용

2018년 1차 개정 지침은 2030년 EU 최종에너지 소비에서 재생에너지가 차지하는 비중을 최소 32%로 설정하고, 운송 부문과 냉난방 부문에서 재생에너지 활용을 보장하기 위한 규정을 포함한다. 해당 규정에는 회원국들에게 냉난방 공급에서 재생에너지 비중을 2030년까지 연평균 1.3% 확대하도록 하는 내용과 지역냉난방에서의 재생에너지 비중을 매년 1.0%씩 각각 확대하도록 하는 내용을 포함하고 있다.[7] 또한 폐열을 재생에너지 비중 목표를 달성하는 수단으로 인정하고, 냉난방 부문의 재생에너지 비중 연간 확대 목표치에서 40%(0.52%p)까지는 폐열 활용을 인정해주고 있다.

EU는 1차 개정 지침에 따라 회원국들에게 지역냉난방과 관련하여 다음 중 한가지를 제도화하도록 권고한다.

1) 지역냉난방 공급에서 2030년까지 연평균 1.1%의 재생에너지 비중 증가를 의무화한다. 이 과정에서 폐열을 의무 이행수단으로 인정해주며 재생에너지 비중이 60%이상인 지역냉난방 공급자는 목표를 달성한 것으로 인정한다.

2) 지역냉난방 공급에서 신규 열 수요가 발생하거나 기존 열 생산 설비의 교체나 확장이 필요할 경우 지역냉난방 공급자는 재생에너지 열 또는 폐열 생산자에게 열을 의무적으로 구매하거나 의무적으로 판매를 요청하도록 제도화한다.

이외에도 건물 부문에 재생에너지 의무 부여 시 효율적인 지역냉난방을 이행수단으로 인정하고, 지역난방 공급 지역에서 재생에너지 생산자의 자유로운 진입과 소비자의 선택권 보장 및 투명한 정보 제공 등을 요구한다. 또한 회원국별 재생열에너지와 효율적 지역냉난방의 공급 잠재량을 평가하여 그 결과를 바탕으로 신규 지역냉난방 인프라 건설을 장려하는 내용을 포함한다.

(2) 개정 재생에너지지침(RED, 2023) 주요 내용[8]

2023년 3월, 유럽의회와 이사회는 2030년 구속력 있는 재생에너지 목표를 최소 42.5%로 하고, 45%까지 확대하는 재생에너지지침 개정안에 잠정 합의하였다. 이 목표는 현재 22.1%인 재생에너지 비중을 두 배 가량 확대하는 수준으로, 개정 합의안에는 냉난방 부문과 지역난방 시스템에 사용되는 재생에너지 목표를 강화하는 내용을 포함하고 있다. 2030년까지 건물에너지 소비의 재생에너지 비중 목표를 최소 49%로 설정할 계획으로 이를 위해 2026년까지 냉난방에 사용되는 재생에너지 비중은 매년 0.8%씩 확대하고, 2026~2030년에는 연 1.1%씩 확대할 것을 의무화하는 내용 또한 포함한다. [9] 합의안에는 전력화 및 폐열 적용을

6) Directive EU/2018/2001, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L2001
7) 에너지경제연구원(2023.4), 'EU 2030년 재생에너지 목표 달성에 대한 IEA의 분석과 전망', 세계 에너지시장 인사이트 제23-7호
8) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_2061
9) https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2023/03/30/council-and-parliament-reach-provisional-deal-on-renewable-energy-directive/;
https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/overseasMrktNews/overseasMrktNewsDetail.do;JSESSIONID_KITA=B0E765BFAF

통해 에너지시스템 통합을 지원하는 규정과 소비자의 정보 개선을 위한 강화된 원산지 보증 시스템 등 또한 포함되어 있다.

2. 유럽 주요국 열에너지 정책

가. 독일

독일은 2023년 제출된 국가에너지기후계획(NECP)을 통해 열 네트워크의 시장 비중을 현재 10%대에서 2045년 25%로 확대하는 목표를 수립하였다. 열 네트워크의 현재 재생에너지 및 폐열 비중은 약 25% 수준이며, 이를 2030년까지 50%로 확대하고 2045년에는 100%를 달성한다는 목표를 설정하였다.

독일 정부는 열 부문 탈탄소화를 위한 다양한 방안의 시행과 신규 지원 제도의 도입을 추진해 왔다. 그 중 대표적인 두 제도로는 2022년 9월부터 시행된 '열 네트워크 연방 지원 프로그램'(Federal Aid Programme for Efficient Heating Networks)과 열 계획법(Heat Planning Act)이 있다. 열 네트워크 연방 지원 프로그램은 재생 열과 회피 불가능한 폐열을 이용하는 등을 포함한 탄소중립형으로 전환하거나 확장하는 열 네트워크를 재정적으로 지원하는 것으로 2027년까지 약 40억 유로의 예산을 확보한 상태이다.

열 계획법(Heat Planning Act: Act on Heat Planning and Decarbonisation of Heating Networks)은 탄소중립형 열 네트워크 건설을 추진하는 제도로 Act는 2023년 8월 16일에 연방 의회에서 채택되었다. 그 내용으로는 2028년까지 열 공급 계획이 지자체 단위의 이해관계자들을 참여시키고 종합적으로 개발되는 것으로 2045년까지 목표로 하는 열 네트워크의 탄소중립 달성에 부합하도록 수립될 예정이다.

나. 프랑스

프랑스는 2023년 제출된 국가에너지기후계획(NECP)을 통해 열 부문에서 재생에너지 비중을 2030년까지 45%, 2035년까지 55%로 확대하는 계획을 수립하였다. 프랑스 정부는 2021년 기준으로 자국 최종에너지 소비의 약 43%가 열 소비임을 인식하고 있으며, 이 가운데 약 25% 정도만이 재생에너지를 사용하고 있다고 분석하였다. 이에 따라 열 부문 탈탄소화 방안으로 재생 열에너지 사용을 늘림과 동시에 도심지에서의 열 네트워크 개발을 확대하고 있다.

2023년 NECP 초안에서는 열 부문 탈탄소화를 위한 방안으로 크게 세 가지 시책을 제시한다. 첫 번째는 재생열에너지 활성화 시책으로서 보조금 제도를 제시한다. 보조금은 주거부

B9F64E5C2AA3C23A4BED4F.Hyper?pageIndex=1&nIndex=1832177&type=0

문을 지원하는 MaPrimeRenov, 모든 부문을 대상으로 하는 Heat Fund, 그리고 산업 부문을 지원하는 France 2030으로 구성된다. 이 중 Heat Fund는 재생열 프로젝트에 정부가 보조금을 지원하는 사업으로 2009년에 도입된 이후 2021년까지 총 124억 유로 규모의 프로젝트에 36.8억 유로(약 29.7%)를 지원했으며, 이로 인한 재생열 및 폐열 사용량은 연간 42.6 TWh(36,636,000 Gcal)에 이르고 있다. Heat Fund는 그 예산이 2022년 5.2억 유로로 40% 증가했으며, 2023년에는 5.95억 유로, 2024년에는 8.2억 유로로 확대될 예정이다.

열 부문 탈탄소화 방안의 두 번째는 열 네트워크를 활성화하는 시책으로 의무화와 열에너지 관련 계획수립 및 재정지원 등을 제시하며, 세부적으로 다음과 같은 사항들을 추진하도록 한다.

1) 난방 설비가 미비한 주민 규모가 1만명 이상인 지자체는 타당성 조사를 일상화 한다.

2) 4.5만 이상의 인구를 가진 지자체는 지역 열 계획을 수립하여 열 부문에서의 에너지효율 향상과 저온 지역난방, 폐열 및 재생열 이용을 활성화할 수 있도록 잠재량을 추정하고 맵핑을 제공한다.

3) 영내에서 활용할 수 있는 산림 바이오매스와 지열, 태양열의 이용 가치를 형성하는 비도심 열 네트워크를 지원한다.

4) 바이오매스 열원(지열, 태양열 등)을 개발하는 열 네트워크 운영자를 지원한다.

5) 열 네트워크에 인접한 건물이 지역난방을 사용하도록 지자체가 자발적으로 추진하도록 하는 지역난방 연결을 제도화한다.

6) 열소비 탈탄소화와 열 네트워크 보급을 주요 도시계획 구상에서 통합하고 정부 및 공공 기금이 이에 연동되도록 조치한다.

열 부문 탈탄소화 방안의 세 번째는 산업 및 건물 폐열 회수 시책으로 폐열과 폐수열의 타당성 조사가 주요 내용이다. 10 MW 이상의 기존 산업 설비와 5 MW 이상의 신규 산업 설비를 대상으로 한 폐열 회수 잠재량의 연구가 필요하며, 폐열 공급의 보조 설비로서 바이오매스 열 설비 보조금 지원을 위한 보증기금의 타당성 분석을 수행한다. 또한 원전 폐열의 회수에 대한 타당성 조사를 시행하고, 폐수로부터 열 회수 잠재량을 증대하기 위해 관련 기술개발과 타당성 분석(대형 설비에 대해서는 의무화) 및 프로젝트 지원(Heat Fund)을 추진한다.

다. 영국

영국은 2021년 3월 EU 탈퇴 이후 처음 국가적인 열에너지 정책으로서 '열·건물 전략'(Heat and Buildings Strategy)을 수립하여 발표하였다. 이 전략에서 영국은 2021년 4월 2035년까지 온실가스 배출을 1990년 대비 78% 감축하는 계획을 수립해 법에 반영함으로써 구속력

있는 목표를 확보하였다. 영국 내에는 3천만여 개의 건물들이 있는데 여기서 배출되는 온실가스는 영국 전체의 30%를 차지하고 이 중 79%가 난방을 통해 배출됨에 따라 난방의 영국 내 온실가스 배출비중은 23%에 이르고 있어,[10] 정부는 건물에서 사용되는 에너지를 탈탄소화하는 것이 탄소중립 이행의 핵심임을 인지하고 건물의 구조적 효율 개선뿐만이 아니라 냉난방을 이용하는 방법도 변화시켜야 한다는 인식을 보여주었다.

'열·건물 전략'에서는 국가 탄소중립 이행을 달성하기 위해서 건물의 열 소비를 전면 탈탄소화해야 한다는 인식을 명확히 하고 있으며, 이를 위한 정부 예산과 주요 탈탄소화 수단의 보급 목표를 구체화한다. 구체화된 목표들은 다음과 같다.

1) 현재 매년 약 3.5만 개가 설치되고 있는 수열 기반(hydronic) 히트펌프를 2028년까지 연간 60만대 이상의 규모로 확대한다.

2) 저탄소 난방 대안의 비용이 감소하는 것을 전제로 2035년부터 신규 가스보일러의 설치를 금지한다. 세부적으로는 기존 보일러의 자발적 폐기를 유도하기 위해 Boiler Upgrade Scheme 보조금을 통해 친환경 난방 시장을 육성하고 제조사를 위한 시장 기반의 메커니즘(A market-based mechanism for low-carbon heat, May 2022)을 구축하고, 가스 그리드에 연결되지 않은 화석연료 난방기기는 주거 건물에서는 2026년부터(잉글랜드), 비주거 건물에서는 2024년부터 설치를 금지한다.

3) 산업용 히트펌프의 설치비용을 2025년까지 최소 25~50% 감축하여 2030년까지 가스보일러와 경쟁할 수 있도록 목표를 설정한다.

4) 난방 전력화를 촉진하기 위해서는 에너지세제 개편을 통해 전기와 가스 요금의 관계 재편이 필수적이므로 이를 위한 법제 개선을 추진한다.

5) 수소를 이용한 열 공급을 위해 Ten Point Plan을 수립해 이행한다. Ten Point Plan은 수소 난방의 타당성, 안전성, 소비자 인식과 비용 및 편익을 2020년대 중반까지 충분히 평가하고, 수소 난방을 시도하는 산업을 규모에 따라 2023년 또는 2025년까지 지원하고 2025년까지 수소타운 조성을 위한 계획을 개발하는 내용을 포함한다. 또한 영국은 UK hydrogen strategy에 따라 기존 가스 그리드에 20%의 수소를 혼합하는 것에 대한 안전성과 기술 및 비용 평가를 추진 중으로 이를 통해 최대 7%의 온실가스를 감축할 것으로 평가하며, 2026년에 그동안의 실증과 연구결과 및 평가 등을 바탕으로 건물 난방에서 수소의 역할에 대한 전략적 결정을 확정할 계획이다.

그 외, 영국은 히트펌프 및 수소와 함께 열 네트워크를 저탄소 열원 전환의 주요 수단으로 인식하며, 지원제도 발굴을 통해 저탄소 열 네트워크 보급을 확대할 것을 계획 중이다. 관련 지원제도로는 저탄소 열 네트워크 건설비용을 지원하는 제도로서 Heat Networks

10) Heat and Buildings Strategy(2021. 10), p. 22.

Delivery Unit(HNDU)와 Heat Networks Investment Project(HNIP)를 각각 2014년과 2016년부터 시행했으며, 기존 열 네트워크의 저탄소 전환을 지원하는 Green Heat Network Fund(GHNF)를 2022년부터 운영하고 있다.

<표 3> 유럽 주요국의 국가 열에너지 정책 현황

국가	목표	주요 방안
독일	• 열 네트워크 재생에너지 및 폐열 비중 목표 설정 −2030년 50%, 2045년 100%	·보조금 지원(Federal Aid Programme for Efficient Heating Networks) ·열계획법(Heating Planning Act) ·재생 열 이용 의무화(RHO)
프랑스	• 열 부문 재생에너지 비중 목표 설정 −2030년 45%, 2035년 55%	·MaPrimeRenov ·Heat Fund ·France 2030 ·열 네트워크 활성화 및 폐열 회수 지원
영국	• 히트펌프 보급 목표 설정 −2028년까지 연간 60만대 이상 • 신규 가스보일러 설치 금지 −2035년부터 • 가스 그리드 수소 혼소 목표 2050년까지 20%	·개별 설비 전환 보조금 지원(Boiler Upgrade Scheme) ·세제 개편을 통한 에너지요금 구조 재편 ·열 네트워크 건설지원(HNDU, GHNF, HNES)

출처: EC(2023), BEIS(2021)

3. 미국 열에너지 정책

미국은 주 정부 차원에서 건물 부문의 열에너지 탈탄소화를 위한 히트펌프 보급 목표를 수립하고 있으며, 연방정부 차원에서는 산업 부문의 열 소비를 탈탄소화하는 목표를 수립하고 있다. 건물 부문의 목표로는 미국령을 포함한 24개 주·령(표 4 참고)에서 2030년까지 히트펌프를 2천만대를 보급하는 것을 설정하였다. 미국은 2020년 기준 해당 주·령의 히트펌프 보급 대수는 500만대 수준으로, 9개 주(CA, CO, MD, ME, NJ, NY, OR, RI)는 2040년까지 주거용 냉난방 급탕기기 판매의 90%를 히트펌프로 전환하는 협약(MOU)을 체결하였다. 산업 부문의 목표로는 미국 에너지부의 Industrial Heat Shot 프로그램을 통해 산업 열 공정으로부터 발생하는 온실가스 배출량의 85%를 2035년까지 감축하는 목표를 설정하였다.

수립된 목표의 달성을 위해 적극적인 보조금 지원제도를 도입하여 시행하고 있는데, 건물 부문은 히트펌프 설치에 대해 종류별로 차별화된 보조금을 지급하는 법안인 High-Efficiency Electric Home Rebate Act를 제정하였다.

<표 4> 미국의 히트펌프 보급 목표 설정에 참여한 주·령 현황

구분	내용
주/령	애리조나(AZ), 캘리포니아(CA), 콜로라도(CO), 코네티컷(CT), 델라웨어(DE), 괌(GU), 하와이(HI), 일리노이스(IL), 메인(ME), 메릴랜드(MD), 메사츄세츠(MA), 미시건(MI), 미네소타(MN), 뉴저지(NJ), 뉴멕시코(NM), 뉴욕(NY), 노스캐롤라이나(NC), 펜실베니아(PA), 오래건(OR), 푸에르토리코(PR), 로드아일랜드(RI), 버몬트(VT), 워싱턴(WA), 위스콘신(WI)

04

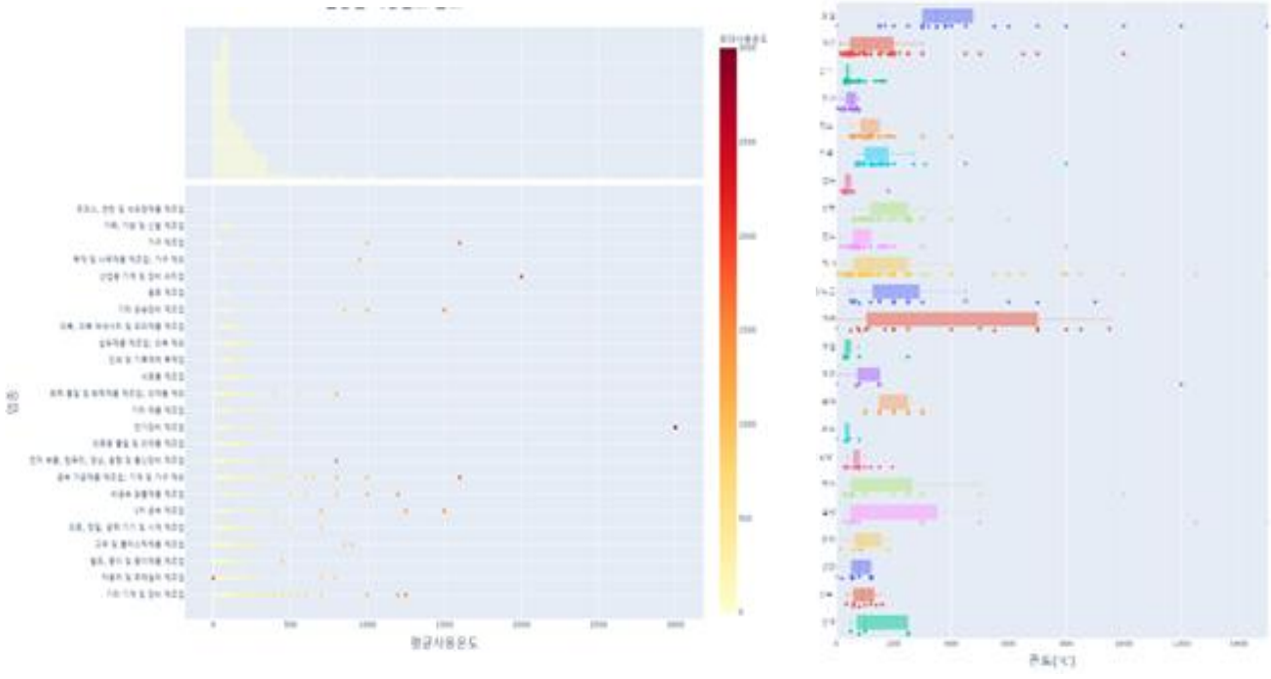
제4장 우리나라의 열에너지 정책은 어떻게 수립되어야 하는가?

1. 열에너지 탈탄소화 방안

가. 산업 부문

산업 부문(제조업)의 경우 업종과 공정에 따라 소비하는 열의 온도가 상이하다. 최근 국내 연구에 의하면 아래 그림 11과 같이 500℃보다 높은 열을 소비하는 금속 가공제품 제조업, 비금속 광물제품 제조업, 1차 금속 제조업 등을 제외한 대부분 업체들은 500℃ 이내에서 열을 소비하는 것으로 파악된다(박상규·오세신, 2023).

[그림 8] 업종별·공정별 열 소비 온도 분포(330개 업체 대상)

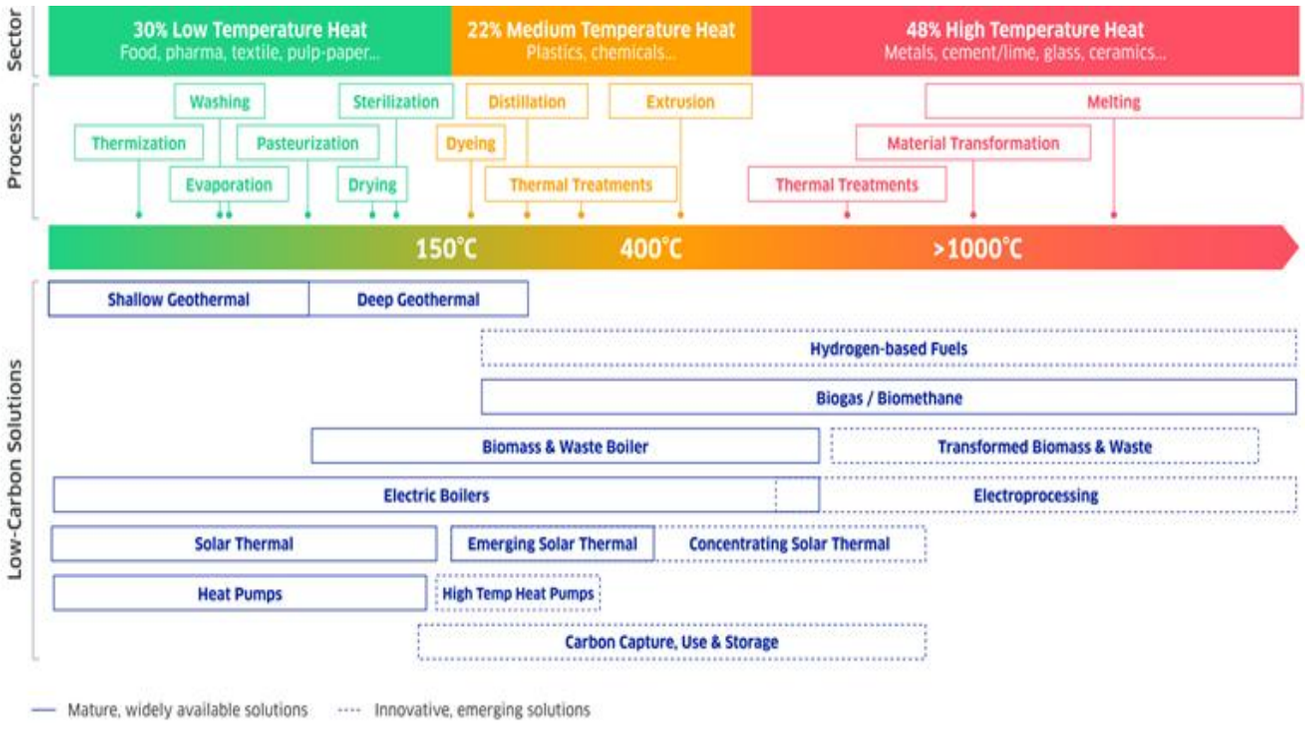


출처: 박상규·오세신(2023)

열에너지 관련 탈탄소화 기술은 열을 소비하는 온도에 따라 적용 가능한 기술 범위가 달라

진다. 특히, 온도가 높을수록 기술 선택지의 폭은 줄어든다. 해외 연구에 따르면 600℃을 넘는 고온에서는 수소, 바이오가스 및 바이오메탄, CCUS, 전기로, 개질 바이오매스 및 폐기물(transformed biomass & waste) 등이 탈탄소화 기술로 활용 가능한 것으로 나타난다. 200~600℃ 이내의 열소비 탈탄소기술은 바이오매스와 폐기물 보일러, 전기보일러, 고온 히트펌프, Emerging Solar Thermal, Concentrating Solar Thermal 등의 기술들이 추가될 수 있으며, 200℃ 이내의 열을 소비하는 탈탄소화 기술에는 지열(심부, 천부)과 기본적인 태양열 및 히트펌프 기술도 추가될 수 있다. 아래 그림 12는 이런 열 소비 온도에 따른 탈탄소화 기술을 도식화 한 것이다.

[그림 9] 열 소비 온도에 따른 탈탄소화 기술



출처: https://www.engieimpact.com/insights/decarbonizing-heat-manufacturing

나. 건물 부문

건물 부문의 열 소비는 취사, 냉난방, 급탕으로 구성된다. 이 중 취사를 제외한 냉난방과 급탕은 70℃ 이내의 온도를 활용하므로 앞서 살펴본 초고온을 이용하는 산업부문에 비해 적용가능한 탈탄소화 기술이 다양해질 수 있다. 예를 들어, 수소와 바이오매스 등을 연료로 하는 연소기술을 포함하여 전기보일러, 태양열, 지열, 히트펌프, 연료전지, LNG 냉열(향후 액체수소 냉열) 등을 모두 활용할 수 있다.

가용할 수 있는 탈탄소화 기술 중 히트펌프는 다른 기술 대비 비용 경쟁력이 비교적 높은 편으로 알려져 있다. 히트펌프는 사용하는 외부열원에 따라 효율 성능(COP)이 달라지는데

냉난방용으로 비교적 높은 COP를 실현할 수 있는 수열, 하수열, 산업폐열, 데이터센터 폐열 등은 부존량이 많아 향후 열에너지 부문에서의 탈탄소화가 주목받게 될수록 히트펌프의 가치는 높아질 것으로 예상된다.

2. 열에너지 탄소중립 계획 및 로드맵 수립

가. 열에너지 탄소중립 기본계획 수립

앞서 살펴본 열에너지 탈탄소화 수단들을 수요 목적에 적절하고 체계적이며 효율적으로 보급하기 위해서는 국가 탄소중립 정책에 열에너지 부문을 매우 중요한 비중으로 반영하는 것이 필요하다.

이에 대한 사회적 합의가 가능해지면 열에너지에 대해서도 탄소중립 기본계획을 수립할 필요성이 있으며 이는 국가적으로 열 소비 탈탄소화의 기본적인 원칙과 방향성을 제시하고, 우리나라의 탄소중립 달성을 촉진하고 이행의 효율성을 높이는 것을 목적으로 해야 한다. 이에 따라, 열에너지 탄소중립 기본계획은 독립적으로 수립할 수도 있겠지만 국가 에너지기본계획 또는 탄소중립녹색성장 기본계획에 핵심 정책과제 중 한 가지로 포함시키는 방안도 있다. 이 계획의 성공적 수립 및 이행은 국가적인 열 소비 구조 및 특성에 기반한 효율적이고 효과적인 열 공급 기술의 개발 및 이를 통한 탄소중립 시대의 신산업을 육성하는 효과를 가져올 것이다.

열에너지 탄소중립 기본계획은 다음과 같은 구성요소를 포함하여, 국가 전체의 탄소중립 일정을 고려하여 설정해야 한다.

- 열에너지 소비 구조 및 실태
- 열에너지 소비에 따른 온실가스 배출량
- 열에너지 탄소중립 목표
- 열에너지 탄소중립 방향성 설정
- 부문별 탄소중립 기술 수단 및 정책 수단 도출

열에너지 탄소중립 방안은 기존의 부문별 용도별 열 공급 비용을 고려하여 열 사용자가 수용 가능한 수준의 비용 증가를 통해 그 방안이 이행 가능한지에 대한 점검이 수반되어야 한다. 특히, 계획에 포함할 탄소중립 기술들은 전반적인 성숙도와 비용 수준 및 향후 발전 가능성을 전문가 집단의 평가를 통해 판단하고, 해당 기술들을 보급하기 위한 정책 방안은 기존의 온실가스 감축 및 신재생에너지 정책과의 연계성을 고려해 발굴해야 한다.

나. 열에너지 탄소중립 로드맵 수립

열에너지 탄소중립 기본계획이 수립되면 계획을 구체적인 일정에 맞추어 실행하기 위한 열에너지 탄소중립 로드맵이 필요하다. 열에너지 탄소중립 로드맵은 부문별 용도별 열 소비의 온실가스 감축 일정을 구체적으로 제시한다. 이를 위해서는 재생에너지(태양열, 지열, 수열) 및 폐열 기술, 그리고 시장 잠재량을 지역별로 산정하여, 용도별로 다양한 탈탄소화 열 공급 기술들의 보급 조합을 시나리오별로 마련하고 온실가스 감축량에 따른 비용 곡선을 도출하는 것이 필요하다. 또한 청정수소를 이용한 CHP나 연료전지 활용을 고려한다면 발전부문의 탄소중립 일정에 따라 예상되는 청정수소 발전량을 감안해 활용 가능한 열 공급을 산정해야 한다. 이는 수소 발전이 계통의 안정성을 유지하기 위한 보조 서비스 자원으로는 반드시 필요하지만 비용 측면의 불확실성을 고려할 때 발전원으로서의 활용은 제한적일 수 있기 때문이다.

이러한 과정을 통해 로드맵에서는 산업 부문과 건물 부문에서 장·단기적으로 유망한 기술들을 선정하고 기술별 보급 잠재량 및 비용과 합리적인 기술들의 포트폴리오 전략을 도출해야 한다. 뿐만 아니라, 해당 기술들의 국내 연구개발 전략을 수립하는 것도 필요하며, 기간별 달성 목표와 예산을 설정하는 것이 내용으로 포함되어야 하며, 이를 위한 정부의 기술지원 방안에 대해서도 재정 지원 수준 및 기간 등을 명확하게 하여 제시할 필요가 있다.

3. 지원 제도 발굴

지원 제도는 크게 재정적 지원과 의무화로 구분할 수 있으나 국내 열 부문 탄소중립과 관련해 이러한 제도는 매우 부족한 상황이다. 재정적 지원은 보조금, 저리 융자, 세제 혜택 등이 있으며, 그 대상은 해당 에너지기술을 설치하거나 해당 에너지를 소비하는데 지급하는 경우가 주가 되며 관련 기술개발 및 제조를 지원하는 경우도 있다. 의무화는 지원하고자 하는 기술의 사용을 의무화하거나 대체하고자 하는 기술의 사용을 제한하는 방식의 지원 제도이다. 현재 국내에도 열 부문 탈탄소화에 적용할 수 있는 재정적 지원 제도나 의무화 제도가 있기는 하지만 발전 부문에도 동시에 적용되거나 대상 범위가 공공 부문에 한정되어 있어 실질적인 효과를 기대하기 어려운 실정이다. 특히, 정부의 정책적 관심이 발전 부문에 집중적으로 비중을 싣고 있기 때문에 대부분의 지원 예산과 의무화 이행이 전력 생산과 관련한 탈탄소화 기술에 집중되고 있다.

국내 열에너지 탄소중립 지원 제도는 전력과 분리하여 열에 전용할 수 있는 재정 지원제도를 마련해야 한다. 현재 국내에서는 재생 열과 폐열 등을 이용하기 위해서는 기존의 열 공

급 기술과 비교해 투자비용의 상당한 증가가 수반되는 만큼 탈탄소화 투자 결정을 실질적으로 유도할 수 있는 수준의 투자비 보조가 필요하다. EU 사례를 고려한다면 전체 투자비용의 최소 30% 이상이 지원되어야 할 것으로 보이며, 이를 위해 지원 대상이 될 수 있는 열원과 이를 활용하는 기술의 성능 등의 세부적인 기준이 마련되어야 한다. 또한 기대하는 프로젝트의 규모와 이에 따른 온실가스 감축 목표를 반영하여 전체 보조금 예산 규모를 설계해야 한다.

의무화와 관련한 제도로는 제로에너지건축물 인증 기준에 냉난방의 일정 비율 이상이 재생열이나 폐열이 사용되도록 하는 방안을 강구해야 한다. 현재 제로에너지건축물 인증을 받기 위한 기준은 에너지효율등급 1++와 BEMS 설치, 그리고 신재생에너지를 이용한 자립률 20% 이상을 충족하는 것이다. 재생 열이나 폐열을 인증에 반영하는 방안 중에는 인증 기준에 자립률의 일부(50% 이상)를 신재생열을 이용하도록 추가적인 기준을 설정할 수 있으며, 이행 수단으로 EU와 마찬가지로 재생 열이나 폐열이 포함된 지역냉난방도 인정할 수 있다.

4. 열에너지 통계 구축 방향

가. 열에너지 정보통계의 필요성

우리나라의 열에너지 관련 탄소중립 정책을 합리적이고 효과적으로 수립하기 위해서는 다음의 과정을 거쳐야 한다.

1) 구체적인 목표 수립을 위해 세부 분야별 탄소중립 수단들을 발굴한다.

2) 세부 분야는 산업 부문과 건물 부문의 열 소비 용도를 기준으로 구분하며, 각각의 용도를 위한 탄소중립 열 공급 기술들을 발굴해 기술 동향과 발전 가능성, 비용, 적용 편의성 등을 평가 및 비교할 수 있는 분석 방법론을 마련한다.

3) 이를 기존의 공급 기술들과 비교하고 장·단기로 구분해 경쟁력 높은 기술들의 시장 진입 시나리오를 구축하여 정해진 보급량을 충족하기 위한 기술 포트폴리오를 작성한다.

4) 시장 진입 시나리오는 에너지 및 탄소 가격 등 에너지 시장 상황과 기술별 발전 속도 등을 감안하여 다양하게 구성한다.

5) 작성된 시나리오별 기술 포트폴리오에 대해 비용 분석이 수행되어야 하며, 이 결과를 바탕으로 열 부문 탄소중립 목표를 수립하고 목표를 달성하기 위한 정부의 재정적 지원 규모 및 지원 시책을 설계한다.

이런 일련의 과정들을 거쳐 탄소중립 정책을 수립하기 위해서는 열에너지 관련 구체적이고 정확한 통계가 필요하다. 그러나 국내 에너지 통계 중 열에너지 관련 통계체계가 부재하여

효율적이고 효과적인 열에너지 정책 수립에 한계가 있는 상황이다.

우리나라는 에너지법 제19조에서 에너지 관련 통계의 관리·공표에 대한 사항을 규정하고 있으며, 제19조 제1항에서는 산업통상자원부 장관으로 하여금 기본계획 및 에너지 관련 시책의 효과적인 수립·시행을 위해 국내외 에너지 수급에 관한 통계를 작성·분석·관리하고, 관련 법령에 저촉되지 아니하는 범위에서 공표하도록 하고 있다. 국내 국가승인통계 중 에너지 분야 통계는 총 14건으로([표 5] 참고), 그중 '에너지총조사'만 유일하게 지정통계이며 가공통계 2건, 보고통계 및 조사통계가 각각 6건이 존재한다(최도영, 2019).

<표 5> 에너지 분야 국가승인 통계 구분

구분	정의	관련 에너지 통계
지정 통계	정부의 각종 정책의 수립.평가 또는 다른 통계의 작성 등에 널리 활용되는 통계로서 ① 전국을 대상으로 작성하는 통계, ② 지역발전을 위한 정책수립 및 평가의 기초자료가 되는 통계, ③ 다른 통계의 모집단 자료로 활용 가능한 통계, ④국제연합 등 국제기구에서 권고하는 통일된 기준 및 작성방법에 따라 작성하는 통계, ⑤ 그 밖에 지정통계로 지정할 필요가 있다고 통계청장이 인정하는 통계중 하나에 해당하는 통계를 말한다(통계법 제17조제1항)	에너지 총조사
가공 통계	2차 통계라고도 하며, 1차 통계에 어떤 연산을 하여 얻은 통계로서, 집단의 특성값인 대푯값(평균)뿐만 아니라 물가지수, 경기지수 등의 지수, 추계인구, 국민소득통계 등 추계에 따른 통계도 포함한다(통계교육원(2015) p.17).	주거용건물 에너지사용량 통계 및 전력소비행태 분석
보고 통계	행정업무에 수반하여 얻어지는 통계로, 비용이 많이 소요되지 않아 활용도가 갈수록 커지고 있다. 국가나 지방자치단체가 법령 등에 의거해 개인 또는 단체 등이 제출한 보고, 신고, 등록, 신청 등 서류상의 기록을 기초로 하여 이를 사후적으로 집계하여 작성한 통계이다(통계교육원(2015) p.16).	에너지수급통계, 에너지사용량통계, 석유수급통계, 발전설비현황, 전력시장통계, 한국전력통계
조사 통계	분석대상이 되는 집단을 대상으로 모두를 조사하거나, 일부를 뽑아 조사하여 그 결과인 조사표상의 기록에 따라 작성된 통계를 말한다(통계교육원(2015) p.16).	에너지총조사, 가구에너지패널조사, 신재생에너지 설비·연료산업조사, 에너지 사용 및 온실가스 배출 실태 조사, 신재생에너지 보급실적 조사, 상용자가발전업체조사

자료: 최도영(2019), 에너지정책 지원을 위한 국가 에너지정보·통계 시스템 개편방안 연구, 에너지경제연구원

에너지 분야 통계 중 전국을 대상으로 모든 에너지원을 다루는 통계는 '에너지수급통계'와 '에너지총조사'가 있으며, 해당 통계에서 열에너지 수급자료 등 열에너지 관련 일부 통계가 관리되고 있다. 에너지수급통계는 국내에서 유통되는 모든 에너지원을 대상으로 생산, 수출·입, 재고, 에너지전환, 최종 소비 등 국가 전체의 에너지 수급 흐름을 종합 집계하는 통계로 '에너지통계의 작성 등에 관한 규정'에 근거한 '에너지통계협의회' 운영을 기반으로 하여 작성되고 있다. 동 협의회에 소속된 8개 통계작성기관은 각 에너지원 및 분야별 통계를 수집하고 에너지경제연구원이 종합·가공하여 생산 및 공표하고 있다. 이중 열에너지 수급 자료는 한국에너지공단과 지역난방 사업자가 작성하고 있다(그림 13). 에너지총조사는 전국 모

든 소비 부문을 대상으로 에너지 최종 소비와 소비 부문별 에너지소비 관련 행태를 조사하는 통계로, 에너지경제연구원과 에너지공단 참여하에 산업통상자원부가 작성한다.

[그림 10] 에너지수급통계 작성 체계

출처 : 2022 에너지통계연보, 산업통상자원부/에너지경제연구원

이와 같이 에너지총조사, 에너지사용량 통계 등에서 우리나라 전체 에너지 수급에 관한 통계는 존재하나, 이들 통계에서 일부 조사하는 것 외에 열에너지 전략 수립을 위한 열에너지 소비 관점에서의 종합적인 통계는 부재한 실정이다. 국내 에너지 관련 통계 중 석유수급통계, 전력통계 등 열에너지 외에 다른 부문에서는 개별적인 통계가 작성되고 있으며, 전력부문의 경우 발전설비현황, 전력시장통계 등 다양한 세부 통계가 작성되고 있으나 열에너지는 별도의 공식 통계가 없는 상황이다.

나. 열에너지 정보통계 체계의 방향성

열에너지 전략수립을 위한 열에너지의 종합적인 통계는 산업 부문과 가정·상업·공공 부문의 공정 열 및 냉난방 온수 소비량 외에도 사용하는 열의 온도와 열매체 등에 대한 정보들을 모두 통계화하는 것을 의미한다. 이는 열 부문의 탄소중립을 효율적이고 효과적으로 추진하기 위해 요구되는 중요한 정보이다.

저탄소 열 생산 기술은 태양열, 지열·수열 및 폐열 기반의 히트펌프, 전기보일러, 바이오매스 보일러, 수소연료전지, 청정 지역난방 등이 있으며, 이러한 기술들의 가용 범위는 열 소비의 특성에 따라 달라진다. 또한 부문별 세부 용도별로 기존 열 공급 기술의 비용도 차이가 있다는 점도 탄소중립을 위한 대안 기술을 선택할 때 고려되어야 할 부분이다. 따라서 대안 기술들의 비용을 분석하여 그 결과를 열에너지 통계 중 하나로서 활용하는 것도 필요하다. 이러한 통계를 활용하여 열 부문 탄소중립 기술별 보급 잠재량과 부문별 열에너지 탄소중립을 위한 최적 비용 산정이 가능해지면, 효과적인 정책과 정밀한 이행방안 수립의 근거가 될 수 있다.

이와 함께 열 부문 탄소중립을 위한 중요한 열원으로써 미활용 열의 지역별 통계도 열에너지 통계체계를 통해 구축되어야 한다. 표 6은 선행연구에서 시범적으로 산출한 미활용 폐열의 연간 발생량으로 국가 통계체계에 속하지 않고 있다. 미활용 열은 태양열, 지열, 수열, 하수열, 산업폐열, 데이터센터 폐열, LNG 냉열 및 소각열 등을 포함하며, 관련 통계 정보는 열 수요 지역과의 매칭 및 비용 분석 시뮬레이션이 가능하도록 국가 열지도에 탑재되어야 한다.

<표 6> 국내 주요 미활용 폐열 연간 발생량 분석(단위: 천Gcal/y)

지역	소각열	하천수열	하수열	데이터센터 폐열	산업폐열	전체
서울	121	146	7,272	430	0	7,969
부산	–	–	2,409	33	676	3,118
대구	42	–	2,155	–	294	2,492
인천	74	–	1,244	–	258	1,576
광주	–	–	1,169	–	183	1,352
대전	–	27	1,136	8	250	1,421
울산	36	29	1,149	–	21,261	22,475
세종	–	–	112	110	441	663
경기	551	8,589	8,205	814	3,297	21,456
강원	44	1,140	921	73	145	2,323
충북	83	2,043	932	8	1,499	4,566
충남	11	65	728	62	12,206	13,072
전북	85	69	1,288	–	1,779	3,222
전남	–	1,066	781	–	16,030	17,876
경북	41	808	1,616	–	4,565	7,031
경남	130	866	1,685	–	1,565	4,246
제주	–	–	299	–	0	299
합계	1,226	15,296	33,102	1,539	64,447	115,610

출처: 오세신·진태영(2021), 박상규·오세신(2023)

이와 같은 열에너지 정보통계의 수집· 분석·관리의 주체를 정하는 것도 중요하게 검토해야 할 사안이다. 현행 에너지 통계들의 위임 구조를 고려한다면 에너지공단과 에너지경제연구원이 역할을 분담하는 것이 현재의 에너지 통계 작성 체계를 흔들지 않고 효율적으로 열에너지 정보통계 체계를 구축하는 방법일 것이다. 하지만 열에너지 정보통계의 양이 그리 적지 않고 수집하다는 방법에 있어서도 난이도가 높다는 점을 고려하면 상당한 예산과 시간이 소요될 수밖에 없어 전체적인 국가 에너지통계 수립을 위한 조직의 규모도 상당히 확장되어야 함을 의미한다. 이러한 관점에서 장기적으로 복잡한 정보통계 수집 및 관리의 수행을 체계화하기 위해 국가 에너지정보통계 센터를 구축하는 방안도 검토해 볼 만하다.

5. 열에너지 정책 발전을 위한 입법과제와 법제 방안

가. 국내 에너지 법률 현황

국내 에너지법률 체계와 관련한 선행연구에서는 에너지관련 법률들을 법률의 기능에 따라 구분하였다. 김은정(2016)[11]은 국내 에너지 관련 15개 법률을 에너지 정책을 포괄적으로 다루는 에너지 정책 추진 관련 법률과 에너지원의 이용에 관한 법률로 구분하여 아래 표 7과 같이 정리하였다.

11) 김은정(2016), '에너지관련 정책과 법제의 개선방안에 관한 연구', 법제논단

<표 7> 에너지 관련 법률의 구성

구분	법률명	입법목적
에너지 정책의 추진	에너지법	안정적이고 효율적이며 환경친화적인 에너지 수급 구조를 실현하기 위한 에너지 정책 및 에너지 관련 계획의 수립·시행에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 국민경제의 지속가능한 발전과 국민의 복리 향상에 이바지함.
	에너지이용 합리화법	에너지의 수급을 안정시키고 에너지의 합리적이고 효율적인 이용을 증진하며 에너지소비로 인한 환경 피해를 줄임으로써 국민경제의 건전한 발전 및 국민복지의 증진과 지구온난화의 최소화에 이바지함
	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법	신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급 촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지원을 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출의 감소를 추진함으로써 환경의 보전, 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함
에너지원의 이용 및 관리	고압가스 안전관리법	고압가스의 제조·저장·판매·운반·사용과 고압가스의 용기·냉동기·특정설비 등의 제조와 검사 등에 관한 사항을 정함으로써 고압가스로 인한 위해를 방지하고 공공의 안전을 확보함
	광산보안법	광산근로자에 대한 위해를 방지함과 아울러 광해를 방지함으로써 지하자원의 합리적인 개발을 도모함
	광업법	광물자원을 합리적으로 개발함으로써 국가 산업이 발달할 수 있도록 하기 위하여 광업에 관한 기본 제도를 규정함
	도시가스사업법	도시가스사업을 합리적으로 조정·육성하여 사용자의 이익을 보호하고 도시가스사업의 건전한 발전을 도모하며, 가스공급시설과 가스사용시설의 설치·유지 및 안전관리에 관한 사항을 규정함으로써 공공의 안전을 확보함
	석유 및 석유대체연료 사업법	석유 수급과 가격 안정을 도모하고 석유제품과 석유대체연료의 적정한 품질을 확보함으로써 국민경제의 발전과 국민생활의 향상에 이바지함
	석탄산업법	석탄자원의 합리적인 개발과 효율적인 이용을 위하여 석탄산업을 건전하게 육성·발전시키고 석탄 및 석탄가공제품의 수급안정과 유통의 원활을 기하며 탄광지역의 진흥사업을 원활히 추진함으로써 국민경제의 균형발전과 국민생활의 향상에 이바지함
	송유관안전관리법	송유관의 안전관리에 관한 사항을 정하여 송유관으로 인한 위해를 방지하고 공공의 안전을 확보함
	액화석유가스의 안전관리 및 사업법	액화석유가스의 충전·저장·판매·사용 및 가스 용품의 안전 관리에 관한 사항을 정하고 액화석유가스사업을 합리적으로 조정하여 액화석유가스를 적정히 공급·사용하게 함
	전기사업법	전기사업에 관한 기본제도를 확립하고 전기사업의 경쟁을 촉진함으로써 전기사업의 건전한 발전을 도모하고 전기사용자의 이익을 보호하여 국민 경제의 발전에 이바지함
	집단에너지사업법	집단에너지공급을 확대하고, 집단에너지사업을 합리적으로 운영하며, 집단에너지시설의 설치·운용 및 안전에 관한 사항을 정함으로써 「기후변화에 관한 국제연합 기본협약」에 능동적으로 대응하고 에너지 절약과 국민생활의 편익증진에 이바지함
	해외자원개발 사업법	해외자원의 개발을 추진하여 장기적이고 안정적으로 자원을 확보함으로써 국민경제의 발전과 대외경제협력의 증진에 기여함
	해저광물자원 개발법	대한민국의 영토인 한반도와 그 부속도서의 해안에 인접한 해역이나 대한민국이 행사할 수 있는 모든 권리가 미치는 대륙붕에 부존하는 해저광물을 합리적으로 개발함으로써 산업발전에 기여함

이종영(2021)[12]은 에너지와 관련된 34개의 실정법률을 에너지 관련 정책을 총괄하는 법률,

12) 이종영(2021), 에너지법학, 박영사

에너지 개발과 공급을 중심으로 하는 법률, 에너지 사업과 관련된 법률, 에너지 안전과 관련된 법률, 에너지로 인한 환경보호와 관련된 법률, 에너지 산업의 육성과 촉진에 대한 법률로 분류하여 아래 표 8과 같이 정리하였다. 이 중 에너지 사업과 관련된 법률은 대부분 사업규제를 통해 사용자의 보호를 목적으로 하는 법률로, 에너지 사업의 경우 에너지가 안정적으로 공급되지 않으면 해당 에너지사용자가 쉽게 다른 에너지로 변경할 수 없는 특징을 가지고 있기 때문에 에너지 사업에 대한 규제를 통해 재정적·기술적 역량이 있는 사업자가 해당 사업을 할 수 있도록 규제하고 있다. 에너지 안전과 관련된 법률은 에너지의 사용상 위험성 및 연료의 인화성·발화성·폭발성으로 인한 사용시설이나 용품에 대한 안전성을 필요로 함에 따라 개별 에너지원에 따른 사용 용품 등 안전관리 제도를 구축하고 있다. 또한 기존 화석연료에 기반한 에너지에서 환경친화적인 에너지로의 전환을 위해 친환경에너지 육성을 위한 법률을 제정하고 있으며, 이를 에너지 환경법으로 분류한다.

<표 8> 국내 에너지 관련 법률의 분류

구분	법률명	구분	법률명
에너지 총괄	에너지법	에너지안전 관련 법률	전기안전관리법
	저탄소녹색성장기본법		전력기술관리법
	에너지 및 자원사업 특별회계법		고압가스 안전관리법
에너지 개발 및 공급 관련	광업법		액화석유가스의 안전관리 및 사업법
	해저광물자원 개발법		원자력 안전법
	해외자원개발 사업법		송유관 안전관리법
	한국가스공사법		위험물안전관리법
	한국석유공사법		수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률
	한국전력공사법	에너지 환경법	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급촉진법
	대한석탄공사법		지능형전력망의 구축 및 이용촉진에 관한 법률
	한국광물자원공사법		수소경제 육성 및 수소 안전관리에 관한 법률
	전원개발촉진법		에너지이용 합리화법
	발전소주변지역 지원에 관한 법률	에너지 분야 육성촉진법	에너지법
	송·변전설비 주변지역의 보상 및 지원에 관한 법률		원자력진흥법
에너지사업 관련 법률	전기사업법		에너지산업융복합단지의 지정 및 육성에 관한 특별법
	도시가스사업법		
	액화석유가스의 안전관리 및 사업법		
	석유 및 석유대체연료 사업법		
	석탄산업법		
	집단에너지사업법		
	전기공사업법		
	전기공사공제조합법		

국내 에너지법 체계의 특징은 에너지원별 법률주의로, 원별로 개별 법률을 제정하여 운영하는 것이 특징이다. 기능적인 관점에서는 에너지 안전, 에너지 사업, 에너지 육성, 에너지 개

발 등에 관하여 각각의 실정법을 제정하여 운영하며, 에너지원별 및 기능별로 결합된 법률체계로 구성되어 있다. 이러한 법률체계의 장점은 개별 에너지원별로 관련된 규율을 파악할 수 있다는 것이나, 법률의 수가 많아 법률 간 상충되는 경우도 발생하고 특정 에너지에 적용되는 법률을 쉽게 파악하지 못한다는 단점이 있다.

앞서 두 문헌에서 검토한 에너지 유관 법률 외에 2021년 이후 제정된 에너지 관련 법률로는 「탄소중립기본법」과 「분산에너지 활성화 특별법」, 「전기산업발전기본법」 등이 있다.[13] 이 중 「탄소중립기본법」은 2021년 9월 제정되면서 기존 기후변화 대응 관련 기본법이었던 「저탄소녹색성장기본법」을 대체하였다. 이에 영향을 받은 열에너지 관련 법률은 「녹색건축물 조성지원법」으로, 당초 「저탄소녹색성장기본법」에 따른 건축물을 녹색건축물로 정의하고 이를 확대하기 위한 조항을 담고 있었으나, 「탄소중립기본법」 제정 시 근거 법률이 함께 변경되었다. 그 외「분산에너지 활성화 특별법」은 2023년 6월에 제정되어 2024년 6월에 시행될 예정이며, 「전기산업발전기본법」은 2024년 1월에 제정되어 2025년 1월에 시행될 예정이다. 이들 법률은 표 9에 정리되었다.

<표 9> 신규 제정 법률 및 그 외 유관 법률

법률명	제정일자/ 발효일자	입법목적 및 개요
기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법	2021.9.24. /2022.3.25	기후위기의 심각한 영향을 예방하기 위해 온실가스 감축 및 기후위기 적응대책을 강화하고 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 발생할 수 있는 경제적·환경적·사회적 불평등을 해소하며 녹색기술과 녹색산업의 육성·촉진·활성화를 통하여 경제와 환경의 조화로운 발전을 도모함으로써, 현재 세대와 미래 세대의 삶의 질을 높이고 생태계와 기후체계를 보호하며 국제사회의 지속가능발전에 이바지함
분산에너지 활성화 특별법	2023.6.13. /2024.6.14	분산에너지 활성화를 위한 기반 조성 및 분산에너지 확대에 필요한 사항을 정함으로써 에너지 관련 첨단기술 활용을 통하여 분산에너지를 활성화하고 에너지공급의 안정을 증대하여 국민경제의 발전에 이바지함
전기산업발전 기본법	2024.1.9. /2025.1.10	전기산업의 경쟁력을 높이고 지속가능한 발전을 도모하기 위하여 전기산업의 지원과 육성에 필요한 사항을 규정함으로써 국민경제 및 복리 향상에 이바지함
이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률	2024.2.6. /2025.2.7	산업활동 등에서 배출되는 이산화탄소를 효율적으로 포집하여 지중(地中)에 저장하거나 산업적·생활적 활용에 필요한 기술개발과 산업화에 필요한 사항을 정함으로써 기후위기의 심각한 영향을 예방하고 국민경제의 지속가능한 발전에 이바지함
녹색건축물 조성 지원법	2012.2.22. /2013.2.23. (2021.9.24 개정 /2022.3.25. 시행)	「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」에 따른 녹색건축물의 조성에 필요한 사항을 정하고, 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 통하여 녹색성장 실현 및 국민의 복리 향상에 기여함

상기의 에너지관련 법률들을 바탕으로 열에너지 유관 법률을 검토하면, 열에너지 관련 국내

13) 의안정보시스템(https://likms.assembly.go.kr/bill/main.do), 국가법령정보센터(https://www.law.go.kr/main.html) 참조

법률은 「신재생에너지법」, 「에너지이용합리화법」, 「녹색건축물조성지원법」을 들 수 있다. 특히 EU 냉난방 전략과 관계된 지침이 에너지효율지침, 재생에너지지침, 건물에너지성능지침인 점을 고려할 때, 이들 법률은 열에너지에 관련된 법률로 파악할 수 있다. 그러나 이종영(2021)에서 설명하는 바와 같이 국내 에너지법 체계가 에너지원별 및 기능별로 결합된 법률체계를 갖추고 있어 추가적인 법률 검토가 필요하다. 표 7과 표 8에서 제시하고 있는 국내 에너지 관련 법률 중 열에너지 유관 법률을 살펴보면, 에너지정책의 추진과 관련된 법률은 에너지정책을 총괄하는 「에너지법」과 기후변화대응 정책을 총괄하는 「저탄소녹색성장기본법」, 에너지효율 개선과 관련된 「에너지이용합리화법」, 그리고 재생열에너지 보급과 관련된 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」이 있다. 이들 법률의 열에너지 관련 조항으로는「에너지이용합리화법」에서는 '제15조 효율관리기자재의 지정 등', '제16조 효율관리기자재의 사후관리', '제36조 폐열의 이용'이 있으며, 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제2조제1호에서 신에너지를 "기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지"로 정의하고 있다.

에너지원의 이용 및 관리와 관련된 법률 중에서는 열에너지를 직접적으로 명시한 법률은 없으나, 열에너지 공급을 포함한 「집단에너지사업법」과 열에너지 형태로 사용되는 도시가스와 관련된 「도시가스사업법」도 열에너지 유관 법률로 볼 수 있다. 「집단에너지사업법」 제2조 제1호에서 집단에너지를 2개 이상의 사용자를 대상으로 공급되는 열 또는 열과 전기로 정의하고 있으며, 집단에너지의 대부분이 열병합발전을 이용하여 에너지를 공급하고 있어 열에너지 유관 법률로 볼 수 있다. 또한 「집단에너지사업법」의 입법 목적은 집단에너지사업이 기후변화 대응과 에너지절약, 국민생활의 편익 증진에 이바지하기 위함으로 명시되어 있어, 집단에너지사업의 추진 자체가 에너지효율 제고를 통한 온실가스 감축에 있다고 볼 수 있다.

「도시가스사업법」의 입법 목적은 도시가스사업의 건전한 발전 도모와 가스공급/사용 시설의 설치·유지 및 안전관리 규정을 통해 공공의 안전을 확보하기 위함으로, 도시가스가 국내에서는 난방용으로 주로 사용되고 있으나 이종영(2021)에서 설명하는 바와 같이 에너지 사업 관련 법률로 사업규제를 통한 사용자 보호를 목적으로 하고 있어 기후변화 대응 관련 목적이나 유관 내용이 부재하다. 또한 법률 내에 열에너지 관련 언급이 되어 있지 않아, 향후 냉난방 부문의 탈탄소화를 위해 도시가스 중심의 난방 정책을 개선할 필요가 있다. 다만 「도시가스사업법」은 본 보고서의 연구범위를 고려할 때 검토 대상에서 제외한다.

2021년 이후 제정된 법률 중 「탄소중립기본법」이 기후변화 대응 관련 기본법에 해당하여 탄소중립을 위한 열에너지 정책 또한 이에 기반하여야 한다. 또한 「분산에너지 활성화 특별법」 에서 집단에너지사업과 신재생에너지사업을 분산에너지사업의 일종으로 정의하고 있어 열에너지 유관 법으로 간주할 수 있다. 이외에도 냉난방의 주요 대상인 건물의 탈탄소화 정책을 총괄하는 「녹색건축물 조성지원법」도 열에너지 유관 법으로 볼 수 있다.

따라서 국내 법률 중 검토가 필요한 열에너지 유관 법률로는 「탄소중립기본법」, 「에너지법」, 「에너지이용합리화법」, 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진 법」, 「녹색건축물 조성지원법」이 있으며, 이 외 외에도 「집단에너지사업법」과 「분산에너지 활성화 특별법」이 해당된다.

나. 열에너지 활성화를 위한 입법과제

열에너지를 활성화하기 위한 법적 체계를 마련하는 차원에서 앞서 파악한 유관법률들에서 열에너지 관련 사항을 명시해야 할 것이다. 이는 입법 활동이 효과적으로 이루어지기 위한 전제조건이다. 이를 위해 최우선적으로 수행해야 할 입법과제로서 세 가지를 소개하고자 한다.

첫째, 에너지법을 비롯한 에너지 유관 법에서 열에너지를 정의하는 조항을 추가하고 열에너지의 종류와 개념을 정립할 필요가 있다. 「에너지법」 제2조에서 전기에너지와 열에너지를 구분하여 정의하도록 개정하고, 재생열에너지와 미활용열에너지 등 열에너지 종류와 개념을 정립하는 것이 필요하다. 또한 열에너지 관련 내용이 포함된 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」, 「에너지이용합리화법」 「집단에너지사업법」 등 유관 법에서도 열에너지 관련 개념을 반영할 수 있도록 개정할 필요가 있다. 현재 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」에서는 "신에너지 및 재생에너지 설비"를 "신・재생에너지를 생산 또는 이용하거나 신・재생에너지의 전력계통 연계조건을 개선하기 위한 설비"로 정의하고 있어 전력 외에 열에너지를 포함하는 개념으로 확대하도록 할 필요가 있다. 「에너지이용합리화법」 제36조 폐열의 이용에서는 폐열의 범위를 폭넓게 정의하고, 폐열 활용 활성화를 위한 다양한 시책을 추가 발굴하여 반영할 필요가 있다.

둘째, 열에너지 부문 전략수립에 필요한 통계 구축 및 이를 위한 법적 기반 마련이 필요하다. 「에너지법」 에 근거하여 구축되고 있는 에너지수급통계에서 열에너지 관련 세부 항목을 추가하여 구축하고, 에너지총조사 보고서와의 연계성을 개선하여 열에너지 관련 통계 구축 기반을 확보하도록 해당 조항을 개정할 필요가 있다. 또한 「에너지이용 합리화법」에 근거하여 수립되고 있는 에너지사용량 통계와 「녹색건축물조성 지원법」에 근거한 주거용 건물에너지 사용량 통계 등 열에너지 관련 기존 통계들의 정합성을 확보하고, 신규 수집·조사가 필요한 항목들의 경우 신규 통계를 구축해야 한다.

셋째, 열에너지를 위한 법정 종합계획을 수립하고 이를 위한 법적 근거가 마련되어야 한다. 「탄소중립녹색성장기본법」 및 「에너지법」 개정을 통해 탄소중립기본계획 및 에너지기본계획 내에서 열에너지 정책의 중장기 방향성을 제시하도록 해야 한다. 이를 위해, 해당 계획

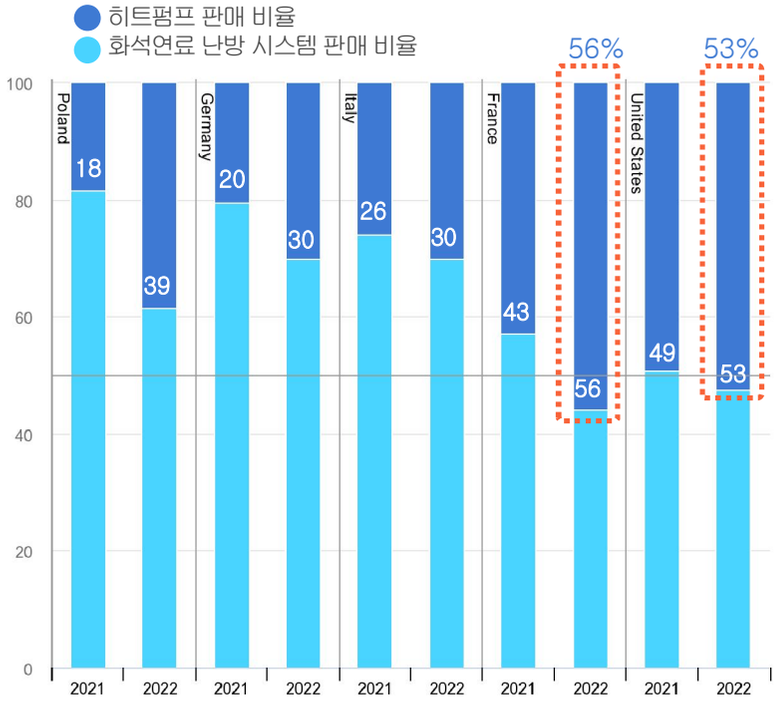
들의 하위계획으로 별도의 열에너지 관련 종합계획을 수립하도록 관련법을 개선할 수 있다. 또한, 에너지관련 법정 계획들이 별도의 근거 법률을 가지고 있는 점을 고려할 때 열에너지 관련 별도의 법률을 제정하여 열에너지 기본계획 수립을 규정하는 방안도 고려해 볼 수 있다. 그러나 신규 법률 제정이 어렵거나, 기존 유관 법들의 개정이 가능하여 별도의 법률 제정이 불필요할 경우「에너지법」등에 관련 근거 조항을 신설하는 방안 등도 고려할 수 있다.

부록: 세계는 지금 히트펌프에 주목

1. 세계 히트펌프 시장동향

국제에너지기구(International Energy Association, IEA)에 따르면, 2022년 세계 히트펌프 시장은 전년 대비 11% 증가하여 2021년에 13% 증가한 데 이어 2년 연속 두 자리 상승률을 기록하였다. 유럽은 가장 빠르게 성장하는 히트펌프 시장으로, 2022년 유럽 히트펌프 판매량은 약 3백만 대로 전년도에 비해 38.9% 증가했으며, 2021년에도 34%의 판매 증가율을 기록하였다(EHPA, 2023). 미국에서도 히트펌프 판매량이 급증하는 추세로, 2022년도에는 프랑스와 함께 히트펌프 판매량이 가스보일러 판매량을 추월한 것으로 나타났다.

[부록 그림 1] 주요 국가 건물 히트펌프 및 화석연료 난방시스템 판매 비율

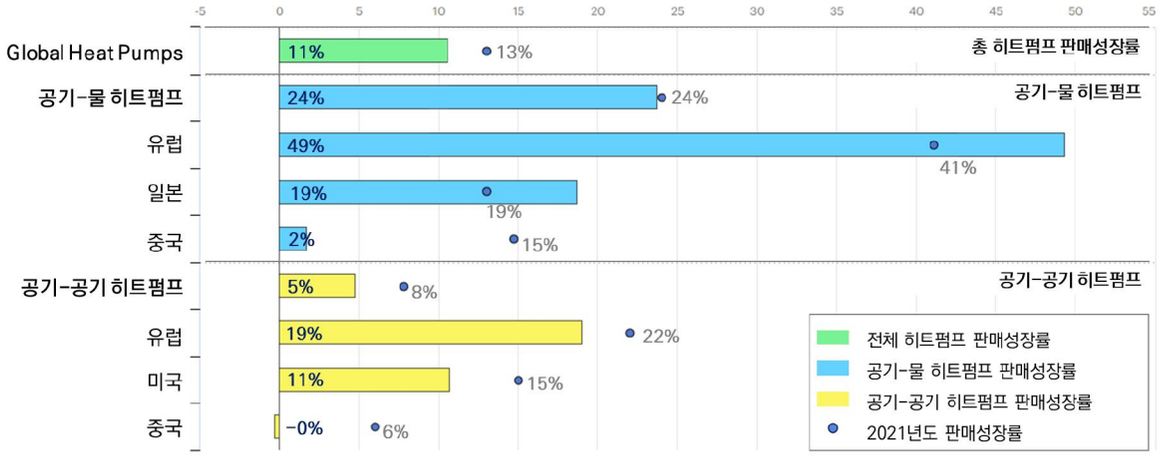


출처: 유정민·윤초롱(2023) 서울시 탄소중립을 위한 건물 히트펌프 확대 방안(발간 예정)

2022년 히트펌프 판매량을 유형별로 살펴보면 바닥 난방에 적합한 공기-물 방식(air-to-water)이 전년대비 24%로 급증한 데 반해, 공기-공기 방식(air-to-air)은 5% 증가율을 기록한 데 그쳤다. 이는 유럽의 공기-물 방식 히트펌프 판매량이 49%로 크게 증가한 것이

주요 원인으로 파악된다.

[부록 그림 2] 주요 국가 건물 히트펌프 판매 성장률(2022)



출처: IEA, 2023, Global heat pump sales continue double-digit growth

주) 총계에는 지열·수열 히트펌프를 포함함

2. 주요 국가들의 히트펌프 보급정책

유럽연합과 미국 등 많은 국가들이 기존 가스 난방을 친환경 에너지원으로 전환하는 것을 탄소중립의 핵심적인 과제로 설정하고 있다. 특히, 히트펌프는 효율적이고, 지속가능한, 그리고 경쟁력 있는 건물 난방 대안 기술로 평가받고 있다.

유럽연합은 장기적으로 러시아에 대한 에너지 의존을 벗어나고 지속가능한 에너지 공급방안 마련을 위해 지난 2022년 5월 'REPowerEU'를 수립하였다. REPowerEU의 핵심적인 내용은 액화천연가스, 바이오메탄, 재생수소 등 가스공급 다변화와 재생에너지 확대이며, 건물 부문 에너지 소비구조 전환 역시 중요한 목표 중 하나로 포함되었다. 그 방안으로는 건물의 가스난방 비중을 축소하고 히트펌프를 비롯한 재생에너지로 전환할 것을 제시하고 있다. 이에 따라, 유럽연합은 2026년까지 히트펌프 판매량을 두 배로 늘리고, 2026년까지 1천만 개, 2030년까지 3천만 개의 히트펌프를 설치하는 것을 목표로 설정하였다.

한편, 2023년 3월 EU 집행위원회는 탄소중립 관련 산업역량 강화를 위하여 '탄소중립산업법'을 발표하여, 2030년까지 탄소중립 산업 역량을 EU 연간 수요의 40% 수준으로 상향하는 것을 목표로 한다. 이들 탄소중립 산업에는 태양광, 태양열, 풍력, 배터리뿐 아니라 히트펌프도 포함되어 있는데, EU는 2030년까지 히트펌프의 역내 생산역량을 연간 31GW로 확대하는 계획을 수립하였으며, 최근에는 히트펌프 보급 가속화를 위해 EU Heat Pump Action Plan 수립 중에 있다. 이 계획은 2024년 초에 발표 예정이나 현재 유럽의회 선거 이

후로 연기 중이다(2024년 4월 기준).

미국 역시 바이든 정부가 들어서면서 기후변화 문제에 적극적으로 대응하고 있는데 지난 2022년 8월 기후변화 대응 및 친환경 에너지 보급 등의 내용을 담은 인플레이션감축법(Inflation Reduction Act, 이하 IRA)이 그 대표적인 사례다. 인플레이션감축법은 미국 역사상 기후 및 에너지 부문에 단일 법률로는 최대 투자 내용을 담고 있는데, 히트펌프를 통한 난방에너지 공급 문제 해결을 주요 목표 중 하나로 제시하고 2030년까지 최소 1,200만 대의 히트펌프를 설치한다는 적극적인 목표를 제시한다.[14] 미국 정부는 히트펌프 보급 촉진을 위한 인센티브 제도로서 HEEHRA(High-Efficiency Electric Home Rebate Act)를 제정하고, 가정용 난방 및 히트펌프에 대해 point-of-sale 환급(rebate)을 시행하고 있다(2023.1 시행). 대상은 아래 표와 같이 저소득 및 중산층 가구이며 환급액은 가계 소득과 히트펌프 종류에 따라 차등 적용되는데, 저소득층 같은 경우는 설치비의 전액을 지원하고 있다.

<부록 표 1. 미국의 히트펌프 보조금(HEEHRA) 정책>

구분	지원 대상	지원비율 및 최대 사업비
저소득	지역의 중위소득 80% 미만	100% (최대 14,000 달러)
중간소득	지역 중위소득 81% 이상 ~150% 미만	50% (최대 14,000 달러)
상위소득	지역 중위소득 150% 이상	30% 세액공제 (최대 2천 달러)

주 : 보조금은 히트펌프 구매비 뿐만 아니라 설치비용까지 포함함

자료 : https://www.rewiringamerica.org/policy/high-efficiency-electric-home-rebate-act 유정민·윤초롱(2023) 서울시 탄소중립을 위한 건물 히트펌프 확대 방안(발간 전)에서 인용

앞서 살펴본 바와 같이 세계 히트펌프 시장이 빠르게 성장하고 있는 것은 이와 같은 주요국들의 적극적인 탄소중립 정책과 국제 에너지 시장의 불안정성, 그리고 자국 그린산업 보호 정책을 기반으로 하고 있다고 볼 수 있다.

3. 히트펌프의 재생에너지 인정 범위

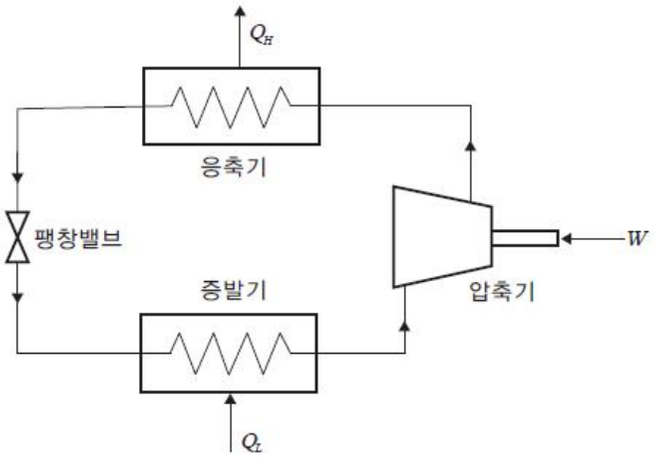
히트펌프는 물, 공기, 지열, 폐열 등과 같은 열원(heat source)에서 주택이나 건물 등 열 수요처로 열을 이동하는 장치이다. 히트펌프는 열을 생산하는 것이 아니라 낮은 온도의 열을 높은 온도의 열로 이동시켜 난방의 효율을 높이는 기술이다. 따라서 히트펌프에서 열을 낮

14) 백악관 발표자료, 2022.11.2., "FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Actions to Lower Energy Costs for Families"

은 온도에서 높은 온도로 이동하게 하기 위해서는 외부로부터의 에너지 투입이 필요하다.

아래 그림은 일반적인 냉동사이클의 구조를 보여주고 있는데, 이를 통해 히트펌프의 대략적인 구성과 작동 원리를 쉽게 이해할 수 있다. 기본적인 히트펌프의 작동은 저온의 증발기에서 냉매가 증발하면서 주위의 열을 흡수하여(Q_L), 이를 고온의 응축기에서 방출(Q_H)하는 구조로 이루어져 있다. 응축기에서 방출되는 열이 필요한 경우에는 난방기로 사용되며, 증발기에서 열을 흡수하여 주위 온도를 낮추고자 하는 용도로 사용하면 냉동기가 된다.[15] 이때 W는 히트펌프에 투입된 외부 에너지이다.

[부록 그림 3] 냉동사이클의 구성도



히트펌프에 사용되는 외부 에너지 투입은 주로 전기를 사용하고 있으며, 흡수식 히트펌프의 경우에는 가스와 같은 에너지원을 사용하기도 한다. 이러한 히트펌프의 기술적 특징으로 인해 히트펌프의 재생에너지 인정에 대한 논란이 존재한다. 국내에서는 히트펌프 열원으로써 지열 및 수열에너지만을 재생에너지로 인정하고 있는 상황인데, 해외에서는 다양한 열원을 재생에너지로 인정하고 있다.

EU는 재생에너지지침(Renewable Energy Directive 2018/2001)을 통해 지열, 공기, 물 등 다양한 열원을 이용한 히트펌프를 재생에너지로 인정하고 있다. 특히 환경열(ambient heat)을 재생에너지로 포함하고 있는데 공기열, 수열, 하수열 등이 모두 이 범주에 속한다.

15) 홍희기, 2015, 히트펌프와 신재생열에너지에 대한 고찰. 설비저널, 44(8).

<부록 표 2> EU RED-II 재생에너지 정의

구분	정의	구분
Renewable Energy or energy from renewable source	재생가능하고(renewable) 비화석(non-fossil) 에너지원으로부터 생산된 에너지	바람, 태양(태양열 및 태양광), 지열에너지, 주변에너지*, 조수, 파도 및 기타 해양에너지, 수력, 바이오매스, 매립지 가스, 하수처리 공장가스 및 바이오가스

* 주변 에너지(ambient energy)는 자연적으로 발생한 열에너지와 제한된 영역에서 자연에 축적된 에너지를 말하며, 이는 주변공기(배기는 제외), 표층수 혹은 하수에 저장된 에너지를 말함

자료 : Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), Article 2 Definition(검색일: 2023.07.31.)

일본의 비화석 에너지 촉진법(2009)은 지열, 공기열, 수열 에너지를 재생에너지로 규정하고 있다. 영국, 미국 등은 공기열 히트펌프에 대한 명확한 법적 재생에너지 규정은 찾아볼 수 없지만, 보일러 업그레이드 제도(Boiler Upgrade Scheme, 영국), 고효율 전력 주택 리베이트법(HEEHRA, 미국)을 통해 공기열을 포함한 다양한 히트펌프 지원을 적극적으로 추진 중이다. 단, 실제 발생 열량에서 히트펌프에 투입된 에너지를 제외한 순 발생에너지만을 재생에너지량으로 인정하는 점에 주목할 필요가 있다.

4. 히트펌프 주요 사례

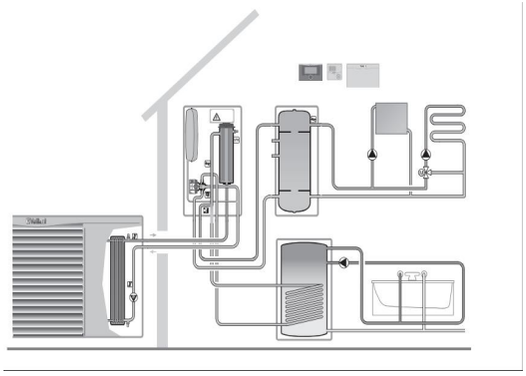
가. 건물 히트펌프

영국 더비(Derby)시는 54세대 12층의 공공주택(Social housing)을 리모델링하면서, 공기열 히트펌프를 도입하였다. 해당 건물은 가스망이 연결되지 않은 건물로, 그동안 전기 히터(온수기)를 사용하여 높은 난방비용이 발생하였기 때문에 새로운 난방 시스템을 구상하게 되었다. 초기 계획은 하천 혹은 지열을 이용한 소규모 히트펌프 지역난방을 고려하였으나, 개별 아파트 발코니 면적이 넓어 공기열원 히트펌프로 결정하였다. 도입된 히트펌프는 Vaillant 사의 5kW 히트펌프 시스템으로 가구 당 £6,000의 비용이 소요되었다. 설치 후, 난방비는 £1,250/년에서 £730/년로 크게 감소했다.[16] 이러한 Rivermead의 사례는 공동주택에서 히트펌프를 이용하여 난방과 온수를 제공하는 난방모델이 가능하다는 점에서 공동주택이 많은 우리나라 도시의 건물난방 전환 정책 마련에 시사점이 크다.

16) https://www.heatpumps.org.uk/vaillant-rivermead-house/

<부록 그림 4> 영국 더비시 공공주택 히트펌프 설치

- Vaillant aroTHERM 5kW air-source HP + Weather compensating system control + 150L hot water cylinder

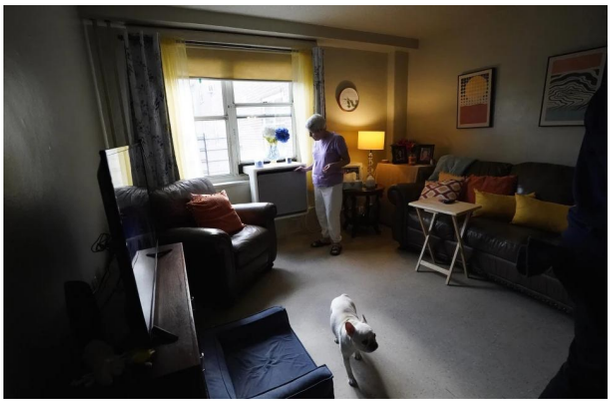


뉴욕시는 지난 2019년, 2050년 탄소중립을 위해 기후동원법(Climate Mobilization Act)을 도입하였다. 특히, 뉴욕시 온실가스 배출량의 2/3을 차지하는 건물부문 온실가스 감축을 위해 Local Law 97을 제정하여 건물의 온실가스 총량 규제를 도입하였다. 뉴욕시는 지난 2022년 7천만 달러를 투자하여 공공주택에 30,000개의 히트펌프를 설치한다는 계획을 발표하고, 최근 노후 아파트의 증기 레디에이터 시스템을 창문형 히트펌프로 대체하는 시범사업을 도입하였다.[17] 이 시범사업에 사용되는 히트펌프는 그라디언트사의 제품으로 공기-공기 방식 창문거치용 히트펌프로 설치가 간단하고 중앙난방식에 비해 온도조절이 가능하여 사용자가 대체적으로 만족하고 있는 것으로 파악되고 있다.[18]

17) https://apnews.com/article/heat-pump-apartments-energy-climate-carbon-emissions-13d77974c10496fc7b2f9245c5084daf

18) https://www.wired.com/story/the-next-heat-pump-frontier-nyc-apartment-windows/

[부록 그림 5] 뉴욕시 창문형 히트펌프 설치 사례



출처: AP News

나. 지역난방 히트펌프

유럽 지역냉난방 네트워크의 히트펌프 설치 용량은 약 2.5 GWth로 전체 히트펌프 보급용량의 1%를 차지하고 있다. 스웨덴은 1980~90년대에 이미 지역냉난방에 히트펌프를 이용하기 시작하였는데, 2022년 기준 약 1.2 GWth의 지역냉난방용 히트펌프가 설치되었다.[19]

최근 덴마크에서는 해수를 이용한 50 MW 용량의 지역난방용 히트펌프가 설치되었다. 이 히트펌프는 기존 석탄 발전을 대체하여 해수를 열원으로 사용하고, 인근 해상풍력의 잉여전력을 열에너지로 저장하여 전력망 안정화에도 기여하고 있다.[20] 이는 히트펌프를 통한 전력-열 부분의 섹터 커플링(Sector coupling)의 사례를 보여준다. 오스트리아 비엔나 에너지(Wein Energie) 역시 최근 55 MW급의 히트펌프를 설치하여 지역난방을 제공하고 있다(아래 그림 참조). 2027년까지 110 MW의 전체 시스템이 완공되면 총 112,000가구에 난방을 공급할 수 있을 것으로 전망하고 있다. 비엔나의 지역난방용 히트펌프는 인근 정수장의 폐열을 열원으로 이용하고, 운영에 필요한 전력은 인근 수력 발전을 이용하여 재생에너지 100%로 운영될 예정이다.

[부록 그림 6] 덴마크 지역난방용 해수 이용 히트펌프(50 MW)

[부록 그림 7] 오스트리아 빈 하수 이용 히트펌프(55 MW)

19) 유럽히트펌프연합(EUPA), 2023, Heat pumps in Europe. Key facts & figures.
20) https://www.man-es.com/discover/esbjerg-heat-pump

5. 국내 히트펌프 보급 활성화 방안

국내 히트펌프 확대의 장애 요인 중 가장 중요한 요인은 높은 설치비와 운영비이다. 히트펌프의 설치비는 기존 보일러에 비해 7~8배가량 높아 초기투자비용 부담이 크고, 특히 가정용 전력은 누진제가 적용되어 히트펌프 사용 시 전기요금 부담 또한 크다. 기술적 장애 요인으로는 히트펌프 설치공간 부족, 온수공급 능력 한계, 무더위·한파 시 냉난방 능력 저하 등이 있다. 이 중 히트펌프 동·하계 성능 안정성은 기술적으로 어느 정도 해결이 가능한 것으로 평가되고 있다. IEA(2022)는 가정용 히트펌프는 영하 20℃에서도 정상적으로 난방공급 가능하며, 산업용 히트펌프는 140~160℃의 열공급이 가능하여, 앞서 살펴본 바와 같이 산업용 혹은 지역난방에서도 히트펌프를 활용 가능한 것으로 평가하고 있다[21]. 서울시와 같이 공동주택의 비중이 높은 주거 공간에 히트펌프를 적용하는 데 가장 큰 장애 요인은 공간 부족이다. 특히, 우리나라의 주택 난방 구조가 바닥 난방과 온수 사용이 많아 히트펌프와 축열조 면적이 필요한데, 현재 공동주택의 보일러실 면적이 히트펌프 시스템 설치에는 충분하지 않다. 향후 컴팩트 히트펌프의 개발과 신규건물에 대해 축열조를 고려한 난방 설비 면적 확보하는 방안이 필요하다.

건물 히트펌프 보급을 위해서는 이러한 기술적 장애 요인을 지속적으로 개선할 필요가 있지만, 무엇보다도 히트펌프 확대를 가로막는 제반 제도 및 경제적 장애 요인이 더 큰 영향을 미치는 것으로 파악된다.[22] 이에 정부와 서울시 차원의 적절한 지원과 제도개선이 이루어져야 기업의 기술 개발과 시장의 확대가 가능할 것이다. 히트펌프 확대를 위한 주요한 제도개선과 지원방안의 필요성을 아래와 같이 제시한다. 이 외에도, 다양한 제도 및 기술 개선이 뒷받침될 필요가 있지만, 단기적·실질적인 사업화를 위한 우선 정책과제로 제안하는 점을 강조한다.

첫째, 다양한 수열원과 공기열과 같은 히트펌프 열원을 신재생에너지로 인정하여 기존 재생에너지 정책을 통해 히트펌프를 지원할 수 있는 제도적 근거를 확보하는 것이 필요하다. 특히, 공기열원은 건물에 적용하기에 적합하여 현재 히트펌프 시장의 대부분을 차지하고 있으며, 많은 국가에서 이를 재생에너지원으로 인정하고 지원하고 있다. 공기열원 히트펌프는 수열이나 지열원에 비해 효율이 낮은 문제가 있지만, 최소 성능 기준 혹은 유럽연합과 같이 히트펌프 재생에너지 인정량 기준을 둔다면 합리적 제도로 자리 잡을 수 있을 것이다.

둘째, 제로에너지건물 기준 및 환경영향평가 재생에너지 산정 기준을 개선할 필요가 있다. 에너지자립률 산정 시, 신재생에너지 생산량은 원별 설치 규모, 단위 에너지생산량, 그리고 원별 보정계수의 곱으로 산정된다. 이때 히트펌프를 사용하는 지열에너지와 수열에너지의 보정계수는 1.00~1.30으로 태양광이나 연료전지에 비해 상당히 낮은 수준이다. 이를 상향하여 신축건물의 제로에너지 등급 인증 시 히트펌프를 중요한 자립률 향상 방안으로 검토할 수 있도록 기준을 개선할 필요가 있다.

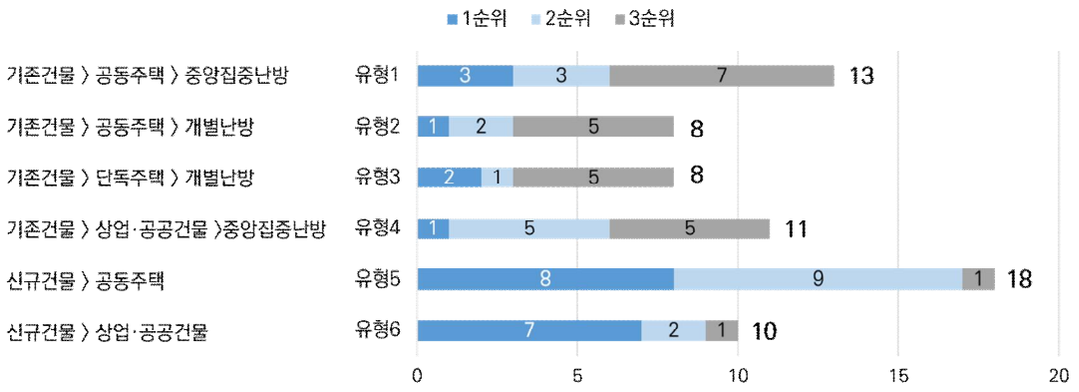
셋째, 히트펌프의 설치비 및 운영비에 대한 지원이 필요하다. 미국이나 여러 유럽국가들은 히트펌프

21) IEA, 2022, The Future of Heat Pumps
22) 유정민 외(2023) 연구에 따르면, 건물 히트펌프 보급에서 설치비와 운영비 부담이 가장 큰 장애 요인으로 파악된다.

설치비에 대한 과감한 지원이 진행 중이다. 특히, 미국은 높은 지원금뿐만 아니라, 일반적인 구매 후 환급받는 방식의 리베이트 지원에서 판매 시 할인 방식(point-of-sale rebate)의 지원으로 전환하여 적극적으로 히트펌프를 보급하고 있다. 한편, 가정의 히트펌프 운영비 부담을 줄이기 위해 히트펌프 전력비용을 가정용 누진제에서 제외하는 방안도 적극적으로 고려되어야 한다. 현재 한전의 기본공급약관은 주거용 고객 중 지열설비에 대해서 일반전력 요금을 적용하고 있는데, 이를 수열 및 공기열 등 다양한 히트펌프에 확대 적용하는 것이 필요하다.

넷째, 건물의 형태와 기존 난방시스템의 유형에 따라 전략적인 히트펌프 보급 추진 로드맵이 필요하다. 신규건물과 기존건물, 건물의 용도에 따라 히트펌프 공급전략이 마련돼야 한다, 기존 건물일 경우 난방시스템의 유형(개별, 중앙, 지역난방)에 따라 공간제약, 설치 용이성, 경제성이 다르고, 그에 맞는 히트펌프 시스템이 구성되어야 한다. 중앙집중식 난방 방식은 기존 배관 시스템을 이용할 수 있고, 기존 기계실을 이용하여 히트펌프 설치를 위한 공간 마련이 유리하다는 장점이 있으므로, 개별난방 방식의 건물보다는 지역난방이나 중앙난방과 같은 중앙집중식 난방을 이용하는 건물을 대상으로 히트펌프 적용하는 것이 용이할 것이다. 신규건물의 경우, 사업 초기에 기술적인 장애 요인을 미리 해결할 수 있으므로 히트펌프 우선 확대 대상으로 추진할 수 있다.

<부록 그림 8. 히트펌프 우선 적용 건물유형 (1~3순위)>



자료: 유정민·윤초롱(2023) 서울시 탄소중립을 위한 건물 히트펌프 확대 방안(발간 예정) 서울시 히트펌프 우선 대상 건물에 대한 전문가 설문조사.

❶ 1~3순위를 모두 더한 응답 수 기준, 신규 공동주택 > 기존 중앙집중난방 공동주택 > 기존 상업·공공 건물의 중앙집중난방 ❷ 1순위 응답자 수 기준으로 보면, 신규건물 공동주택 > 신규건물 상업·공공 > 기존건물 중앙집중난방 공동주택

다섯째, 설치공간 제약 문제 해결을 위해 하이브리드 시스템을 고려할 필요도 있다. 겨울철 평균온도 상승, 건물 단열 성능 향상 등으로 전반적인 겨울철 난방 수요는 앞으로 줄어들 가능성이 크다. 이런 상황에서 동계 시 짧은 피크부하(한파) 시점에 대비한 시스템 용량을 설계한다면, 축열조, 실외기 등의 설비가 커지고 이에 따라 가격도 상승할 것이다. 따라서 겨울철 한파 시 피크 난방 부하용 전기 히터를 사용한다면 공간제약 문제를 완화하고 초기 투자비용 부담을 줄일 수 있다. 향후 공기열원 히트펌프 지원금 제도 설계시 이러한 하이브리드 시스템의 효율과 성능을 고려하여 적절한 지원 방안을 함께 고려할 필요가 있다.

참고문헌

관계부처 합동,「2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안」, 2021. 10.

관계부처 합동,「2050 탄소중립 시나리오(안)」, 2021. 10. 18.

관계부처 합동,「새정부 에너지정책 방향(안)」, 2022. 7. 5.

관계부처 합동,「탄소중립 녹색성장 추진전략」, 2022. 10. 26.

관계부처 합동,「국가 탄소중립·녹색성장 기본계획(안)」, 2023. 3.

국토교통부,「제2차 녹색건축물 기본계획」, 2019. 12.

국토교통부,「국토교통 탄소중립 로드맵」, 2021. 12.

김은정, '에너지관련 정책과 법제의 개선방안에 관한 연구', 법제논단, 2016.

박상규·오세신, '산업단지 열 소비 특성 분석 및 폐열 잠재량 산정 연구', 에너지경제연구원 기본연구보고서 23-11, 2023.

산업통상자원부,「제5차 집단에너지 공급 기본계획」, 2020. 2.

산업통상자원부,「제5차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획」, 2020. 12.

산업통상자원부,「제6차 에너지이용합리화계획」, 2020. 8.

에너지경제연구원, 2022 에너지통계연보, 2022.

에너지경제연구원, 'EU 2030년 재생에너지 목표 달성에 대한 IEA의 분석과 전망', 세계 에너지시장 인사이트 제23-7호, 2023. 4.

오세신, '유럽의 저탄소 냉난방 정책과 지역냉난방의 역할', 에너지경제연구원 수시연구보고서 20-09, 2020.

오세신·진태영, '지역에너지분권을 통한 탄소중립형 집단에너지 발전 방안 연구', 에너지경제연구원 기본연구보고서 2021-16, 2021.

유정민·윤초롱, '서울시 탄소중립을 위한 건물 히트펌프 확대 방안', 2023.

이승만, 'EU의 미활용 열에너지 관련 정책 및 제도 현황', 2023. 3.

이종영, 에너지법학, 박영사, 2021.

조용성 외, '국가 열에너지정책 진단 및 정책 제언', 국회기후변화포럼 부설기후변화정책연구소, 2023. 10.

진태영·오세신·박지용, '탄소중립 이행을 위한 열에너지 이용 기반 구축 연구(1/3)', 에너지경제연구원 기본연구보고서 23-15, 2023.

서울대 미래기초학문 분야 기반조성사업 보고서, 2024. 준비 중

최도영, 에너지정책 지원을 위한 국가 에너지정보·통계 시스템 개편방안 연구, 에너지경제연구원, 2019.

한국에너지공단,「2022 집단에너지사업 편람」, 2022.

2050 탄소중립위원회,「2050 탄소중립 시나리오」, 2021. 10. 18.

유럽히트펌프연합(EUPA), 2023, Heat pumps in Europe. Key facts & figures.

IEA, Global heat pump sales continue double-digit growth, 2023.

BEIS, Heating and Buildings Strategy, 2021. 10.

EC, An EU Strategy on Heating and Cooling, 2016. 12.

EC, Directive (EU) 2018/2002

EC, Directive (2018/844/EU)

EC, REPowerEU Plan, 2022. 5. 18.

European Commission 홈페이지, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_24_1966

Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), Article 2 Definition(검색일: 2023.07.31.)

https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en

https://www.engieimpact.com/insights/decarbonizing-heat-manufacturing

https://www.rewiringamerica.org/policy/high-efficiency-electric-home-rebate-act

https://apnews.com/article/heat-pump-apartments-energy-climate-carbon-emissions-13d77974c10496fc7b2f9245c5084daf

https://www.wired.com/story/the-next-heat-pump-frontier-nyc-apartment-windows/

https://www.man-es.com/discover/esbjerg-heat-pump

에필로그

흥미롭게도 최근 전 세계적인 추세와 우리나라가 디커플링되고 현상 중 하나는 히트펌프에 대한 국가적 관심도라 할 수 있다. 글로벌 히트펌프 시장이 급속도로 성장하고 있는 이유는 많은 국가들이 열에너지 탈탄소화에 관심을 가지고 있으며 적극적인 보급 정책을 수립하고 지원 시책을 마련하고 있기 때문이다. 혹자는 난방 방식의 차이를 얘기하기도 한다. 우리나라는 바닥 난방이고 해외는 공기 난방이기 때문에 우리나라에서 히트펌프가 난방 수단으로 적극 도입되기는 어렵다고 말이다. 하지만 예전에 맞는 말일 수 있는 이 근거도 지금은 확실한 근거라고 할 수는 없다. 왜냐하면 최근에 세계적으로 판매 비중이 빠르게 늘어나고 있는 히트펌프도 온수로 열을 공급하는 방식이기 때문이다.

실제로 발전 정책과 비교해 우리나라가 열에너지 정책을 중요하다고 인식하고 있었는지도 되돌아 볼 필요가 있다. 어떻게 보면 이는 우리나라의 탄소중립에 진심인가?라는 우리 스스로에 대한 질문이 될 수도 있다. 국가적으로 탄소중립을 달성하고자 한다면 최종에너지의 50%에 달하는 열에너지 탈탄소화 정책없이는 쉽지 않은 과제이며 탄소중립을 위한 체계적인 열에너지 정책을 수립하는 것은 우리에게 놓은 시급한 과제일 것이다.

본 보고서는 글로벌 리더 국가를 지향하는 우리나라가 그동안 기후변화 대응에 있어서 간과하고 있었던 열에너지 정책의 중요성에 대해 환기하고 합리적인 정책 수립을 위한 방향성을 제시하는데 의의를 두고 있다. 이를 통해 보다 많은 에너지 정책의 이해 관계자들이 모여 활발한 논의의 기회가 마련되고 궁극적으로 국가 탄소중립에 빠르게 다가가는 계기가 되길 바란다.

끝으로 본 보고서는 탄소중립을 위한 열에너지 정책연구 TF팀의 공동 작업으로 작성되었음을 밝혀둔다. 열에너지 정책 연구 TF팀은 (가나다 순) 녹색에너지전략연구소 권필석 박사, 서울대 김정은 교수, 에너지 경제연구원 오세신 박사, 서울연구원 유정민 박사, 국회 미래연구원 정훈 박사, 고려대 조용성 교수가 참여해 주셨다. 보고서의 전체적인 체계와 방향 및 정책제안 등은 여러차례 TF 팀 정규 미팅을 통해서 깊은 논의를 거쳐 공동 작성하였다. 바쁜 일정에도 불구하고 TF 팀에 참여하여 주신 TF 팀 전문가분에게 깊은 감사의 뜻을 드린다. 특히 탄소중립과 열에너지 정책 이슈에 대한 중요성을 인지하고 관련 연구를 꾸준히 해오신 오세신 박사 덕분에 탄소중립을 위한 열에너지 정책 보고서 방향성을 설정하는 것은 물론 전체적인 보고서 작성에 큰 도움을 되었음을 기록에 남겨놓고자 한다.

2024년 5월
서울대 공과대학 윤제용