

제24-22호

# 집단에너지 동향

Biweekly News Update on CHP/DHC

2024. 9. 9. (월) 17:00 기준

- 집단에너지정보넷  
[www.kienergy.net](http://www.kienergy.net)



이미지를 클릭하면  
집단에너지정보넷으로 이동합니다.

## 1. 국내 주요 단신

### ■ 집단에너지 공사비 부담금 대신 분담금 거둔다(이투뉴스, 2024.9.2)<sup>1)</sup>

- ▶ 산업부, 부담금기본법 폐지에 따라 '집단에너지법 개정안' 발의
- ▶ 공사비 부담금을 폐지하는 대신 사용자에게 일부 공사비를 거두는 분담금 체계 마련

(관련기사)

- 집단에너지 공사비부담금 살아남았다(이투뉴스, 2024.2.24)
- 부담금 제도 첫 전면정비…91개 중 32개 '준조세' 퇴출 또는 감면(아시아경제, 2024.3.27)
- 전력기금 2025년까지 3.7→2.7%로 인하(이투뉴스, 2024.03.28)

※ 주요키워드: 집단에너지, 공사비 부담금, 공사비 분담금

### ■ 오세훈 시장, 마곡열병합발전 사업에 “발전공기업 들어올 가능성 높아”(대한경제, 2024.8.29)<sup>2)</sup>

- ▶ 시공사 선정 유찰과 서울에너지공사의 부채 생황으로 자체적인 사업 추진은 어렵다는 입장
- ▶ 민영화에 대한 주민들의 우려를 해소하기 위해 발전공기업 참여 가능성을 언급

(관련기사)

- “마곡열병합, 발전공기업이 가져갈 듯”…증설여부 관심(에너지경제, 2024.8.29)
- 마곡열병합발전 사업권, 어디로 가나(대한경제, 2024.8.20)
- 서남권 열병합발전 누구 손에?…민간·공공 경쟁 치열 예상(에너지경제, 2024.8.7)
- 마곡열병합 직접건설 포기, 외부사업자에 넘긴다(이투뉴스, 2024.7.19)

※ 주요키워드: 마곡열병합발전, 발전공기업, 서울시

1) [이투뉴스](#)

2) [대한경제](#)

## ■ 분산에너지 특구서 전력 직접거래 가능해진다…‘책임공급비 70%’(전기신문, 2024.9.5)<sup>3)</sup>

- ▶ 산업부, ‘분산에너지 특구 전력 직접 거래 등에 관한 고시’ 제정안 행정예고
- ▶ 분산특구 내에서 전력 거래시 사업자는 고객 전기사용량의 70% 이상을 공급해야하며, 전체 발전량의 30% 이내에서 판매를 허용

(관련기사)

- 분산에너지 활성화 위한 제도 정비 가속화…고시 제정안 행정예고(이뉴스투데이, 2024.9.5)
- '지역 에너지 생산·소비' 분산특구서 전력 직접거래 가능해진다(연합뉴스, 2024.9.5)
- 분산에너지 사업자 기본 틀 나왔다…‘책임공급비율 70%’(이데일리, 2024.9.5)
- “분산에너지 특화지역서 전력 직접 거래한다”(에너지데일리, 2024.9.5)

※ 주요키워드: 분산특구, 분산에너지, 전력직접거래

## ■ LH 집단에너지사업 매각 3전4기 도전(이투뉴스, 2024.9.7)<sup>4)</sup>

- ▶ LH, ‘아산 배방·탕정 집단에너지사업’과 ‘대전서남부 집단에너지사업’의 매각 본입찰을 재공고
- ▶ 과거 2차례 일괄 매각 유찰 후, 개별 매각 방식으로 전환했지만 최종 유찰되어 4번째 재입찰 진행

(관련기사)

- LH 대전·충남 집단에너지 사업 매각 속도내나(대전일보, 2020.4.9.5)
- LH, 집단에너지사업 개별 매각 추진(전기신문, 2023.12.28)
- LH, 아산·대전 집단에너지사업 개별 매각 추진(아시아투데이, 2023.12.27)

※ 주요키워드: LH, 집단에너지사업, 재입찰, 매각, 아산 배방·탕정, 대전 서남부

3) [전기신문](#)

4) [이투뉴스](#)

## 1. 국내 주요 단신

### ■ SK E&S, 가스전·부유식 생산공장 동시 확보…“年수천억 이익 낼 것”(한국경제, 2024.9.9)<sup>5)</sup>

- ▶ 호주 바로사 가스전과 부유식 천연가스 생산설비를 확보해 연간 130만t 천연가스를 국내로 들일 계획
- ▶ LNG 플랜트와 탄소 포집·저장 시설을 갖춘 밸류체인까지 확보하여 원가 절감과 수익 증대 기대

(관련기사)

- SK E&S ‘LNG 수직계열화’ SK이노 합병법인 수익성 ‘핵심 키’로 주목(헤럴드경제, 2024.9.9)
- SK이노-E&S합병…트레이딩 일원화, LNG 구매경쟁력도 커져(에너지경제, 2024.8.27)
- 글로벌 시장서 어떤 사업 경쟁력 생길까[SK이노·E&S 합병](뉴시스, 2024.8.27)

※ 주요키워드: SK E&S, 가스전, 부유식, 천연가스

---

5) [한국경제](#)

## 2. 해외 주요 단신

### I Commission adopts guidance to EU countries on implementing the revised directives on renewable energy and on energy efficiency(European Commissions, 2024.9.2)<sup>6)</sup>

#### ▶ 유럽 위원회, 수정된 RED 및 EED의 국가별 국내법 편입을 위한 새로운 지침문서 발행

- 유럽 위원회는 수정된 RED 및 EED 중 지역냉난방을 포함한 세 가지 부문의 국내법 편입을 위한 공통 기반을 마련하고 법률적 명확성을 제공하기 위해 새로운 지침문서를 발행

※ 주요 키워드: 유럽 연합, 국내법 편입, 수정 RED 및 EED, 지침문서

### I UK Government allocates almost £60m for low-carbon heat network projects (edie, 2024.9.2)<sup>7)</sup>

#### ▶ 영국 정부, 저탄소 난방 네트워크 프로젝트에 약 6,000만 파운드 규모의 자금 지원

- 영국 정부는 런던, 리즈, 반즐리 등 도시 지역의 저탄소 지역난방 네트워크 연결 및 확대를 위해 GNHF(Green Heat Network Fund) 기금을 통해 2028년도까지 정부 자금 지원 예정

※ 주요 키워드: 영국, 저탄소 난방, 지역난방, 정부 자금지원

### I Finland to build world's largest air-to-water heat pump plant(pv magazine, 2024.9.3)<sup>8)</sup>

#### ▶ 핀란드, 세계 최대 규모의 지역난방용 대규모 공랭식 히트펌프 건설

- Helen사는 영하 20도의 낮은 기온에도 작동할 수 있는 33MW 규모의 세계 최대 지역난방용 공랭식 히트펌프를 건설중이며, 헬싱키 내 30,000가구에 안정적인 난방을 공급할 수 있을 것으로 예상

※ 주요 키워드: 핀란드, 공랭식 히트펌프, 세계 최대규모, 지역난방

6) [Commission adopts guidance to EU countries on implementing the revised directives on renewable energy and on energy efficiency](#)

7) [UK Government allocates almost £60m for low-carbon heat network projects](#)

8) [Finland to build world's largest air-to-water heat pump plant](#)

### 3. 집단E 이슈리포트

## P2H 기술 현황 및 국내 적용 시사점

### 【요약】

- P2H(Power-to-heat)는 변동성 재생에너지 잉여 전력을 열로 전환하여 난방, 온수 및 산업공정 열 등으로 이용하게 하는 기술로 재생에너지 발전 출력 제한 회피, 전력계통 안정화, 재생에너지 보급 확대, 열 부문 탄소배출 저감 등 다양한 편익을 제공함.
- P2H 기술 설비로는 대표적으로 전기(극)보일러와 히트펌프라는 전력-열 전환 설비와 전환된 열 또는 에너지를 저장하는 설비가 있는데, 전기(극)보일러는 고온 열 생산, 투자비, 부하 응동력 측면에서, 히트펌프는 투입 전기 대비 열 생산 효율 측면에서 장점이 있으며, 저장설비는 부하관리 및 유연성 제공 측면에서 중요성이 있음.
- 전 세계적으로 전기(극)보일러는 이미 건물 난방 및 산업 공정용으로 다양한 온도 범위에서 사용되고 있으며, 히트펌프도 개별 건물 냉난방, 지역냉난방 및 저온(200°C 이하) 공정 등에 널리 사용되고 있는데, 변동성 재생에너지 발전 증가 및 송전 제약의 문제가 심화되면서 P2H의 핵심 결합 기술로 관심을 받고 있음.
- 국내에서도 재생에너지 발전 출력 제한이 증가하고 있으며 지속적으로 변동성 재생에너지 발전이 급증할 전망이므로 P2H 기술 활용 검토를 적극 추진해야 할 것임. 특히 지역난방의 경우에는 열 생산 효율성이 높은 히트펌프의 적용을 고려할 필요가 있는데, 이를 지원하기 위해 P2H의 전력부문 편익을 적절히 보상하는 정책이 필요함.
- P2H의 적용 시에는 국내의 전력 및 열의 지역별 수급 특성을 감안하여 사업모델 및 시장을 적절히 설정할 필요가 있으며, 무분별한 P2H 적용이 초래할 수 있는 잠재적 부작용을 고려하여 전략적 또는 계획적인 접근이 필요함.

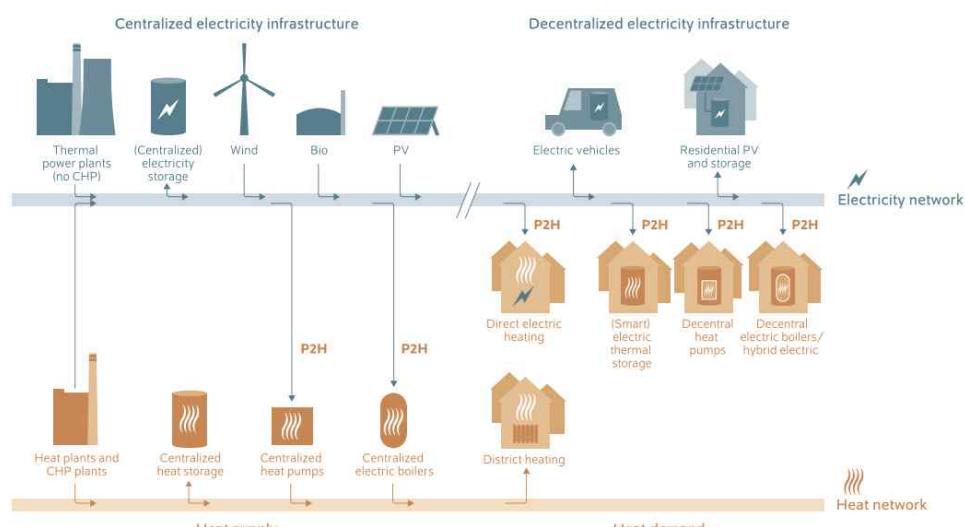
### 1 P2H 개요

- P2H(Power-to-Heat)는 부문 간 결합(Sector coupling)의 하나로 전력을 열에너지로 전환하여 냉난방 또는 산업공정에 바로 이용하거나 또는 축열설비에 저장하였다가 이용하게 하는 기술을 의미함.
  - 부문 간 결합은 에너지부문 간의 결합 또는 에너지부문과 경제부문 간의 복합적인 결합을 의미하며<sup>9)</sup>, 전력-열 부문 결합(P2H), 전력-수소 부문 결합(P2G, G2P), 전력-수송 부문 결합(V2G) 등이 있음,
  - 부문 간 결합은 각 부문이 개별적으로 운영되는 경우보다 탈탄소화, 에너지 이용 효율성 및 시스템 안정성 등에서 더 나은 결과를 제공하면서, 개별적 운영이 갖는 단점을 해소하는 방안이 될 수도 있음.
  - 최근에는 재생에너지 기반 전력의 확대로 변동성 전원 대응을 위한 부문 간 통합이 논의되고 있는데, 특히 전기 대비 저장 효율이 높고 최종에너지 소비 비중이 높은 열 부문과의 결합(P2H)에 관심이 높음.

9) 이태의 외(2022), p.10

- P2H를 위한 전력-열 전환의 방식은 열 네트워크 이용 여부에 따라 중앙집중식과 분산식, 열 저장설비 결합 여부에 따라 축열설비 방식과 직접 공급 방식 등으로 구분됨.(그림 1 참조)
  - 중앙집중식은 전력-열 전환이 열 수요지와 다른 위치에서 이루어지고 열 네트워크에 의해 전환된 열을 공급하는 방식이고, 분산식은 열 수요가에서 전력-열 전환이 되도록 전력 네트워크를 이용하는 방식임.
  - 축열설비는 중앙집중식에서는 일반적으로 결합되어 있으나, 분산식에서는 축열설비를 갖추거나 직접 공급하는 방식이 모두 있음.
  - 전환 열의 수요자에 따라서 주택용 P2H와 산업용 P2H로 구분되기도 하는데, 산업용이 주택용보다는 고온을 발생시켜야 하는 점에서 P2H 기술 채택에 제한이 발생되기도 함.

그림 1 | 전력과 열부문 간의 P2H 결합 방식



자료: Andreas Bloess et al.(2018), p.1613

## 2 P2H 기술

- P2H 기술 설비로는 직접 열 전환에 사용되는 전기(전극)보일러 및 히트펌프가 대표적이며, 그 외 에너지 저장이 주목적이지만 열 이용도 가능해서 간접 열 전환 방식으로 볼 수 있는 카르노 배터리(Carnot battery), 압축공기에너지저장(CAES)<sup>10)</sup>, 액체공기에너지저장(LAES)<sup>11)</sup> 등의 설비가 있음.

10) Compressed Air Energy Storage

11) Liquid Air Energy Storage

### 3. 집단E 이슈리포트

- (전기보일러) 전기에너지를 사용하여 가정이나 산업현장에서 필요한 난방수 또는 온수를 생산하는 장치로 전기저항 발열체를 사용하여 고온의 열을 생산함.
  - 저항 발열체는 그 표면이 주위 물 온도에 비해 고온으로 형성되고 이로 인해 스케일(scale)이 표면에 형성되어 열 전달 효율을 떨어뜨리는 문제점이 있음.
  - 히트펌프 대비 높은 온도(최대 500°C)의 열을 생산하며, 투자비용이 저렴하고, 시스템이 간단하여 유연한 작동이 장점이지만, 많은 전력을 소비하고 시스템 통합 및 계통 연계에 추가 비용이 발생하는 단점이 있음.(표 1 참조)
- (전극보일러) 전기보일러의 일종이지만, 금속재질의 전극봉을 전해액에 삽입하고 교류 전류를 공급하면 전극봉과 이온 사이에 인력과 척력이 작용해서 물 분자와 마찰이 발생하여 물의 온도를 상승시킴.
  - 전극보일러는 저항 발열체보다 열전환 효율이 우수하고 표면에 생성되는 스케일이 상대적으로 적음.
  - 규모가 큰 산업용 설비에 주로 적용되며, 일반적인 전극보일러의 용량은 5~50 MW 사이임.<sup>12)</sup>
  - 전기 및 전극보일러의 기술은 성숙되어 있는 상태로 향후의 개발은 기술적 개발보다는 판매량 증가에 따른 설비비 절감에 국한될 것으로 전망됨. 전기(극)보일러에 의한 열 생산의 경쟁력은 전기 비용(전력 시장 가격, 망 수수료, 세금 및 부과금)에 달려 있음.
- (압축식 히트펌프) 전기를 구동에너지로 이용하여 주변 열원(공기, 지반 등)의 열을 낮은 온도 수준에서 높은 온도 수준으로 이동시키는 장치임.
  - 증발기에서 산업 폐열 또는 주변 열을 흡수한 작동 유체는 전기 구동 압축기에서 고온으로 상승하고, 응축기로 가서 열을 전달(방열)하고, 다시 증발기로 가서 열을 흡수하는 순환을 반복함.(그림 2 참조)
  - 히트펌프는 투입 전기 열량 대비 발생 열의 열량으로 비교하는 성능지수(COP)가 2~5 정도로 전기(극)보일러보다 전기 이용 효율이 높다는 장점이 있지만, 투자비가 많이 들고 발생 온도에 한계가 있는 점이 단점임.(표 1 참조)
  - 용량 규모에서 20 kW급이 대부분이며, 지역난방네트워크에 통합하는 대용량(1 MW 이상)은 전체 대비 미미한 수준임.
  - 현재 기술로 50~100°C의 온도 상승이 가능하며, 재압축기 사용 시 최대 200°C의 열 생성이 가능함.<sup>13)</sup>
  - 산업용에서는 100°C 미만의 저온 공정(종이, 음식 및 화학산업)에 주로 사용되며, 200°C를 넘는 온도에서는 산업공정 직접 전력화를 선호함.

12) LowTEMP(2019), p.7

13) Agora Industry and FutureCamp(2022), p.19

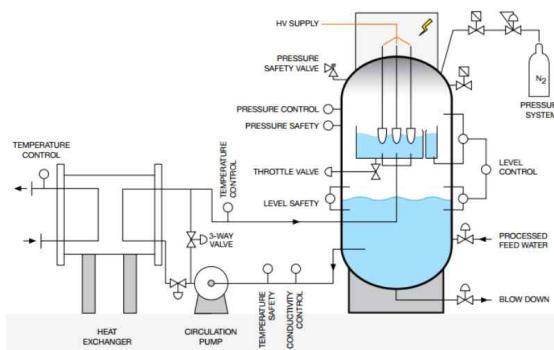
표 1 | P2H 직접 열 전환 설비의 장·단점 비교

|       | 장점   | 단점   |
|-------|--|--|
| 전기보일러 | <ul style="list-style-type: none"> <li>히트펌프 대비 높은 온도 도달</li> <li>열원 불필요</li> <li>히트펌프 대비 투자 비용 저렴</li> <li>유연한 작동(빠른 부하 응답성)</li> <li>간단한 시스템</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>많은 전력 소비</li> <li>시스템 통합 및 계통 연계 확장을 위한 추가비용 발생</li> <li>전력망 인프라 가용성 조건 필요</li> </ul>                                     |
| 전극보일러 | <ul style="list-style-type: none"> <li>전기보일러의 장점</li> <li>전기보일러 대비 높은 효율(99% 이상)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>전기보일러의 단점</li> </ul>  |
| 히트펌프  | <ul style="list-style-type: none"> <li>전기(극)보일러 대비 높은 에너지 효율</li> <li>전기(극)보일러 대비 낮은 전력 소비</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>전기(극)보일러 대비 높은 투자비 필요</li> <li>폐열 또는 주변 열원 필요</li> <li>발생 온도 제약</li> <li>복잡한 시스템</li> <li>열원 연결 및 시스템 통합 비용 발생</li> </ul> |

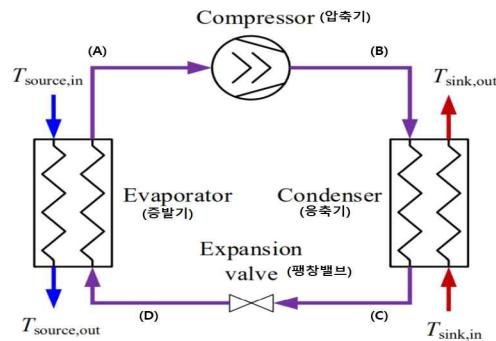
자료: Danish Energy Agency(2024), LowTemp(2019) 및 Agora Industry and Future Camp(2022)

그림 2 | 전극보일러와 압축식 히트펌프의 기술 개념도

전극보일러



압축식 히트펌프



주: (A) 저온저압 기체, (B) 고온고압 기체(80°C 이상), (C) 고온고압 액체(32°C 이상), (D) 저온저압 액체(-5°C)

자료: Danish Energy Agency(2024), p.288, p.310

- (카르노 배터리) 전기저항가열(또는 히트펌프)을 통해 얻은 열을 고체(돌, 콘크리트, 모래 등)나 상변화물질(PCM: 소금, 금속)<sup>14)</sup> 또는 TCM(금속 산화물-수산화물 반응 등)<sup>15)</sup>에 고온으로 저장하였다가 전력 필요 시 저장 열로 발전 사이클을 구동하여 전기를 생산함.<sup>16)</sup>

14) Phase Change Material

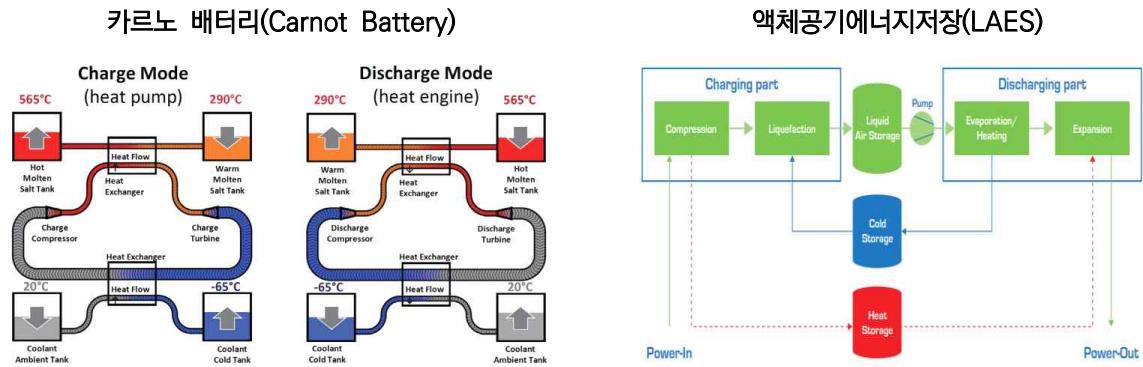
15) Thermo-mechanical Material

16) Andreas Bloess et al.(2018), p.24

### 3. 집단E 이슈리포트

- 고온 열로 발전하는 방식이므로 폐쇄되는 기존 발전설비를 재활용하는 스피노프(Spin-off)기술로써 적용이 가능할 것으로 평가됨.<sup>17)</sup>
  - 충방전효율(Round trip efficiency) 기준으로 현재 약 50% 수준으로 평가되며, 추후 기술 개발이 진전되면 최대 70%까지도 구현이 가능할 것으로 전망되고 있음.
  - 발전 과정에서 발생되는 폐열을 지역난방에 사용할 수 있으므로, 기존 화석연료 CHP의 탈탄소화 대안으로도 적용이 가능함.
- (압축공기에너지저장) 전기를 사용하여 주변 공기를 최대 100 bar의 고압으로 압축하고, 압축된 공기는 일반적으로 지하 암염동굴에 저장함. 저장된 압축 공기 방출 중에 피스톤 엔진이나 터빈에서 팽창하여 전기로 다시 변환이 가능함.
- 공기 압축 중에 발생되는 열을 세라믹, 콘크리트 또는 천연 암석과 같은 열에너지 저장 재료에 저장하며, 종종 600°C 이상의 온도에서 저장
  - 저장된 열은 나중에 열에너지로 사용될 수 있지만, 일반적으로 피스톤 엔진이나 터빈에서 팽창하기 전에 배출 중에 가압된 가스를 가열하는 데 사용
- (액체공기에너지저장) 공기 액화 플랜트에 전력을 공급하여 액체 공기를 생성하고, 이 액체 공기를 저압 절연 탱크에 저장하였다가, 고압으로 펌핑 · 증발하여 발생되는 공기로 피스톤 엔진이나 터빈을 구동하여 전기를 생산함.
- 공기 압축과정에서 발생되는 열과 액체 공기 팽창과정에서 발생하는 냉기를 회수 및 저장하였다가 증발과정과 압축과정에 이용하여 효율을 향상시킴.

그림 3 | 카르노 배터리와 액체공기에너지저장의 기술 개념도



자료: 조준현(2019), p.19 재인용(원문: M. Geyer, Webinar on Carnot Batteries, DLR) 및 EASE(2014)

17) 조준현(2020.10), p.18

### 3 P2H 기술 활용 편익

- 재생에너지 잉여 전력을 활용하는 P2H는 전력 부문, 재생에너지 부문 및 열 부문에 모두 편익을 제공할 뿐만 아니라, 에너지 수급 안정화 및 탄소배출 저감이라는 국가 정책 달성을 크게 기여할 수 있음.
- (전력 부문 편익) 열 부문이 전력의 유연성 자원으로서 전력 수급을 안정화하고 전력 피크부하 부담을 완화하여 전력계통의 안정성을 높일 수 있음.
  - P2H는 열 수요와 연계하여 전력계통에 유연성을 제공하고, 전력 부하의 이동을 통해 피크부하 대응 및 전력 저장을 위한 고비용의 추가 설비 필요성을 해소
  - 분산형 유연성 자원을 통합 운영하는 사업모델의 경우 전력계통을 위한 보조서비스 기능 제공 기회 확대
  - 재생에너지 발전 자체 소비를 확대할 수 있어, 재생에너지 발전 확대가 전력계통에 주는 부정적 영향(주파수 변동 대응 곤란, 전압 유지 능력 하락 등)을 완화
- (재생에너지 부문 편익) 열 부문이 재생에너지 잉여 전력을 흡수함으로써 재생에너지 출력 제한을 회피하게 되므로 재생에너지 설비의 가동율 증가 및 투자 효율 제고의 편익이 있음.
  - 재생에너지 잉여 발전 및 출력 제한 증가가 초래할 수 있는 재생에너지 설비 확대 제약의 문제 해소
  - 분산에너지원으로서 재생에너지 발전에 대한 자체 소비 능력 확대
- (열 부문 편익) 재생에너지 잉여 전력을 열로 전환하여 사용하므로, 별도 열 생산을 위한 화석연료 사용을 줄일 수 있어 온실가스 배출 감축에 기여하는 한편, 열 저장설비 이용 시 열 부하 관리에도 이점이 발생함.
  - 특히, 계간축열설비 통합 운영 시 계절에 따른 열 공급 및 수요의 변동성 및 불일치성을 해결할 뿐만 아니라, 미활용 열원의 개발 및 이용 확대에도 기여

### 4 국내외 P2H 기술 적용 사례

- 직접 열 전환 기술 적용 해외 사례
  - (중국 장자커우(Zhangjiakou) 시) 지역내 전력 수요 부족과 송전 용량 제약으로 인한 태양광 및 풍력발전 소 출력 제한을 최소화하기 위해 전기히터와 히트펌프를 구축하여 열 부문의 전력 수요 개발 추진<sup>18)</sup>
    - 2017년 변동성 잉여 전력을 거래할 수 있는 플랫폼을 구축하고, 난방 목적 전기 운송에 대해 할인 요금 적용이 가능한 환경을 조성함.

18) IRENA(2019 c) 및 IRENA(2021), p.47

### 3. 집단E 이슈리포트

- 2017년에는 난방열 생산을 위한 사업에 국한되었으나, 2018년부터는 그린 수소 생산을 포함하는 사업으로 확대함.
- (덴마크 오르후스(Aarhus) 시) 시 인근 지역의 지역난방 공급을 위해 2015년에 기존 CHP 플랜트에 80 MW 전기보일러와 2 MW 히트펌프를 추가하고, 서부 덴마크의 잉여 풍력발전을 활용하도록 설계함.<sup>19)</sup>
- 풍력발전은 겨울에 최대치에 도달하며 열 수요 증가 시기와 맞물리기 때문에 2030년에는 오르후스 시 열 수요의 50%를 P2H 서비스를 통해 공급하게 될 것으로 평가하고 있음.
- (독일 베를린(Berlin) 시) 베를린 Spandau 지역에 열 생산 용량 120 MW(40 MW×3)인 유럽 최대 P2H 플랜트(전극보일러)를 건설하고 2020년부터 가동 시작하여 풍력발전 출력 중단을 회피함.<sup>20)</sup>
- 생산 열을 베를린 지역난방네트워크로 연계하여 겨울철 기준으로 30,000 가구에 난방과 온수를 공급하고 있으며, 2024년부터 독일 최대 열 저장시설과 결합할 계획임.

#### ○ 축열 또는 간접 열 전환 기술 적용 사례

- (카르노 배터리) 아직 상용화된 서비스는 없으며, 현재 독일 슈투트가르트에서 독일항공우주센터(DLR) 엔지니어링 열역학연구소(ITT)가 세계 최초의 카르노 배터리(압축열에너지저장 기반)를 제작하고 있음.<sup>21)</sup>
- (CAES) 2023년 말 기준 전 세계적으로 상업 운전 중인 CAES는 독일 Huntorf(1978년 준공, 321 MW, 42% 효율)와 미국 알라바마주 McIntosh(1991년 준공, 110 MW, 54% 효율) 두 개뿐이며, 그 외 중국, 호주 등에서 시범 프로젝트를 진행하고 있음.<sup>22)</sup>
- (LAES) Highview는 2010년부터 2014년까지 영국 그레이터 런던 Slough에서 그리드 연결형 350 kW/2.5 MWh 발전소를 운영하였음.<sup>23)</sup> 영국 그레이터 맨체스터 Bury에는 세계 최초의 그리드 규모(5 MW/15 MWh)의 LAES 플랜트를 2018년 준공<sup>24)</sup>

#### ○ 국내 P2H 기술 적용 사례

- 제주도는 재생에너지 전력과 열에너지 간 최적 통합(integration)과 연계(coupling)를 위한 통합 열관리 플랫폼을 구축함.<sup>25)</sup> 또한, 재생에너지 잉여 전력을 활용한 P2H시스템 실증 사이트를 국내 최초로 제주 서부농업기술센터에 구축하고, 금년 9월 전력거래소 수요관리 시장에 참여할 예정임.<sup>26)</sup>
- 한국지역난방공사 등 7개 기관은 2023년부터 한난 집단에너지시설을 이용한 20 MW급 중앙급전형 P2H와 소규모 통합발전소 연계형 P2H 실증설비 구축 · 운영을 통해 전력-열 변환 및 저장 기술 개발, 섹터커플링 운영기술 및 사업모델 개발, 제도적 지원방안 및 산업화 방안 수립 등의 연구개발사업을 추진 중에 있음.<sup>27)</sup>

19) IRENA(2019 a), p.17 및 IRENA(2019 b), p.125

20) IRENA(2019 a), p.17 및 IRENA(2019 b), p.122

21) DLR Homepage

22) 안종보(2024.1), pp.16-18

23) EASE(2014)

24) Univ. of Brighton Homepage

25) 제주환경일보(2022.6.29)

26) 튜데이에너지(2024.6.12)

## 5 국내 P2H 적용 시사점

- 최근 변동성 재생에너지 발전 출력 제한 횟수 및 제한량이 급격히 늘어나고 있는 추세를 보이고 있으며, 향후에도 재생에너지 이용이 더욱 확대될 전망임에 따라, 국내에서도 P2H에 의한 재생에너지 출력 제한 회피 및 전력계통 안정화를 적극 추진할 필요가 있음.
  - 재생에너지 출력 제한 횟수 및 제한량은 2018년 15회 1,366 MWh에서 2023년 181회 35,490 MWh로 급증하였음.<sup>28)</sup>
  - 2022년 기준 태양광 및 풍력 발전량 비중은 5.1%이나, 제10차 전력수급기본계획에 따르면 동 발전량(출력제어 전 기준) 비중이 2030년 22.1%, 2036년 33.3%로 대폭 증가하는 것으로 계획되어 있음.
  - 2050 탄소중립 시나리오하에서 변동성 재생에너지 설비 용량은 520.2 GW로 전망되며, 대규모의 초과 발전량을 흡수하기 위해서는 P2H와 P2G 외에 다른 부문 간 결합 기술도 적극 활용할 필요가 있음.<sup>29)</sup>
- P2H 기술의 하나인 히트펌프와의 통합은 탄소중립 달성을 재생에너지 발전 확대라는 정책 목표와 맞물리면서 과거에 비해 사업 모델의 경제성을 개선시킬 수 있는 여건이 조성되고 있음.
  - 에너지전환부문에 대한 배출 감축 목표가 강화되고 있는 상황에서 열(증기)을 공급하기 위한 화석연료를 무탄소 재생에너지 전력으로 대체함으로써 온실가스 배출을 실질적으로 줄이고 탄소비용 부담을 경감할 수 있을 것임.
  - P2H 모델이 전력 수요의 유연성 자원으로 작동하거나 전력계통에 보조서비스를 제공하는 경우 적절히 보상받는 제도가 도입된다면 추가적인 수익 창출을 통해 사업모델의 경제성을 개선할 여지가 있음.
- 국내 전력 및 열의 지역별 수급 특성을 감안할 때 변동성 재생에너지 잉여 전력과의 결합에 의해 전력화가 가능한 열 수요는 지역난방보다는 개별난방 또는 산업단지가 유력할 수 있음.
  - 변동성 재생에너지 발전이 남부지역에 집중되어 수도권 등 전력 소비지로의 송전에 제한이 있으며, 대규모로 열 공급을 하는 지역난방 네트워크가 이들 지역에 충분히 구축되어 있지 못함.<sup>30)</sup>
  - 이에 반해, 지역에 존재하는 개별난방은 분산형 P2H의 잠재시장으로, 지역 거점 산업단지는 집중형 P2H의 잠재시장으로 개발할 수 있는 여지가 있음.
  - 다만, 개별난방의 열 수요를 수집할 수 있는 수요관리자(Aggregator)가 집중형 P2H 사업자로 나설 경우에는 신규 지역난방 네트워크로 진전될 가능성이 있음.

27) 한국지역난방공사(2022.12.28)

28) 김영환(2024.7), p.8

29) 진태영 · 이태의(2023), p.98 및 p.135

30) 진태영 · 이태의(2023), pp.17-20

### 3. 집단E 이슈리포트

- 분산형 P2H의 급속한 확산은 재생에너지 잉여 전력을 초과하는 전력 수요를 발생시켜, 전력가격 상승을 초래할 가능성이 있으므로 P2H에 대한 접근 시 전략적 또는 계획적 접근이 필요함.
  - P2H가 전력의 유연성 자원으로 기여할 경우 전력계통 안정에 의해 가격 안정화 효과를 기대할 수 있음.
  - 그러나 P2H 설비에 의해 변동성 재생에너지 잉여 전력을 초과하는 전력 수요가 발생할 경우 전력가격 상승 효과를 초래할 수 있음.

자료 작성: 강재성(한국지역난방기술)

관련 문의: 052-714-2049

## [출처]

### (국내문헌)

김영환. (2024.7). “분산법 시행에 따른 ESS/VPP 실증 및 대응방안”. 분산법 시행 및 재생에너지 확대에 따른 전력시장 대응방안 세미나 발표자료

안종보. (2024.1). Issue Paper on Energy Storage

이태의 · 이수민 · 임정민. (2022). 그린에너지 통합 시스템(섹터커플링)의 탄소중립 기여도 분석: P2G 기술을 중심으로. 에너지경제연구원 기본연구 22-05

조준현. (2019.10). “유럽, 카르노 배터리(Carnot Battery) 국제에너지기구 공동연구 제안”. 기계저널 Vol. 59, No. 10

진태영 · 이태의. (2023). 섹터 커플링의 탄소중립 기여도 분석-P2H 기술을 중심으로-. 에너지경제연구원 기본연구 23-03

한국지역난방공사. (2023.12.28). 한국지역난방공사, 국내 최초 집단에너지 연계 섹터커플링(P2H) 시범사업 추진. 한국지역난방공사 보도자료

### (국외문헌)

Agora Industry and FutureCamp. (2022). Power-2-Heat: Gas savings and emissions reduction in industry

Andreas Bloess, Wolf-Peter Schillb, Alexander Zerrahn. (2018). “Power-to-heat for renewable energy integration: A review of technologies, modelling approaches, and flexibility potentials”. Applied Energy, Volume 212, 15 February 2018, pp. 1611–1626

Danish Energy Agency. (2024), Generation of Electricity and District heating Technology descriptions and projections for long-term energy system planning

EASE. (2014). Energy Storage Technology Descriptions – Liquid Air Energy Storage. European Association for Storage of Energy

IRENA. (2019 a). Innovation landscape brief: Renewable power-to-heat. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

IRENA. (2019 b). Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

IRENA. (2019 c). ZHANGJIAKOU Energy Transformation Strategy 2050

IRENA. (2021). Sector coupling in facilitating integration of variable renewable energy in cities. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

LowTEMP. (2019). Power-to-Heat & Power-to-Gas in District Heating systems: Background material

### 3. 집단E 이슈리포트

#### (웹페이지)

제주환경일보. (2022.6.29). “제주도, 농업부문 탄소중립 재생에너지 초과전력 활용 통합 열관리 플랫폼 개발”. <http://www.newsje.com/news/articleView.html?idxno=258423> (검색일자: 2024.7.16.)

투데이에너지. (2024.6.12). “국내 최초 잉여 전력 활용 ‘P2H시스템’ 실증”. <https://www.todayenergy.kr/news/articleView.html?idxno=271798> (검색일자: 2024.7.16.)

DLR Homepage. “First Carnot battery with steam power stores electricity in heat”. [https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2020/03/20200914\\_carnot-batterie-mit-dampfkraft](https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2020/03/20200914_carnot-batterie-mit-dampfkraft) (검색일자: 2024.7.16.)

Univ. of Brighton Homepage. “Future Energy: Liquid Air Energy Storage (LAES) research”. <https://www.brighton.ac.uk/research/research-news/feature/b-liquid-air-energy-storage.aspx> (검색일자: 2024.7.16.)

## 4. Conference/Seminar

### I Public sector loan facility: Unlocking district heating financing

- 주제: How public funding can power your green initiatives
- 일시: September 11, 2024
- 장소: Online
- 참고 사이트: <https://www.euroheat.org/events/public-sector-loan-facility-unlocking-district-heating-financing>

### I Connecting Women in District Heat 2024

- 주제: Connecting women in district heating sector
- 일시: September 12, 2024
- 장소: Glasgow, Scotland & Online
- 참고 사이트: <https://www.sustainableplaces.eu/>

### I Sustainable Places 2024

- 주제: Hybrid event for research and market on buildings, district and urban scale
- 일시: September 23–25, 2024
- 장소: Luxembourg
- 참고 사이트: <https://www.sustainableplaces.eu/>

### I Advancing a greener future: innovative solution for flexible & integrated low-temperature DHC networks

- 주제: Low-temperature district heating and cooling (DHC) networks
- 일시: September 25, 2024
- 장소: Brussels, Belgium
- 참고 사이트: <https://euroheat.glueup.com/event/116951/>

## ■ 10<sup>th</sup> International Conference on Smart Energy Systems

- 주제: 4<sup>th</sup> Generation District Heating, Electrification, Electrofuels and Energy Efficiency
- 일시: October 10–11, 2024
- 장소: Copenhagen, Denmark
- 참고 사이트: <https://dbdh.dk/event/denmark-international-district-heating-delegation-and-conference/>

## ■ International Symposium on District Heating and Cooling

- 주제: To create effective frameworks, foster collaboration and ensure district heating
- 일시: October 22–25, 2024
- 장소: Copenhagen, Denmark
- 참고 사이트: <https://dbdh.dk/event/denmark-international-district-heating-delegation-and-conference/>

## ■ Euroheat & Power Summit 2024

- 주제 : Focus on the outcome of the European elections
- 일시 : November 5–6, 2024
- 장소 : Brussels, Belgium
- 참고 사이트 : <https://www.euroheat.org/events/euroheat-and-power-summit-2024>

## ■ HEATEXPO 2024

- 주제 : Trade fair for the Future's heat supply
- 일시 : November 26–28, 2024
- 장소 : Messe Dortmund, Germany
- 참고 사이트 : <https://www.heat-expo.de/en-gb>

## 4. Conference/Seminar

### I CampusEnergy 2025

- 주제 : Accelerating the Energy Transition
- 일시 : Feburary 3-6, 2025
- 장소 : Boston, USA
- 참고 사이트 : <https://www.districtenergy.org/campusenergy2025/home>

### I Euroheat & Power Congress 2025

- 주제 : EHP Congress
- 일시 : June 3-5, 2025
- 장소 : Prague, Czech Republic
- 참고 사이트 : <https://www.euroheat.org/events/euroheat-and-power-congress-2025>

## 5. New Publication

### Ground source heating and cooling\_Environment Agency

\* 상기자료는 집단에너지정보넷(<http://www.kienergy.net>) 집단에너지자료 > 해외자료 게시판에서 볼 수 있습니다.

