

제24-22호

집단에너지 동향

Biweekly News Update on CHP/DHC

2024. 9. 9. (월) 17:00 기준

집단에너지정보넷
www.kienergy.net



 이미지를 클릭하면
집단에너지정보넷으로 이동합니다.

1. 국내 주요 단신

■ 집단에너지 공사비 부담금 대신 분담금 거둔다(이투뉴스, 2024.9.2)¹⁾

- ▶ 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)²⁾

- ▶ 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)³⁾

- ▶ 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)⁴⁾

- ▶ 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, 2024.9.5)
- 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)⁵⁾

- ▶ 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(해럴드경제, 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

■ Commission adopts guidance to EU countries on implementing the revised directives on renewable energy and on energy efficiency(European Commissions, 2024.9.2)⁶⁾

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

- 유럽 위원회는 수정된 RED 및 EED 중 지역난방을 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

■ UK Government allocates almost £60m for low-carbon heat network projects (edie, 2024.9.2)⁷⁾

▶ 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

■ Finland to build world's largest air-to-water heat pump plant(pv magazine, 2024.9.3)⁸⁾

▶ 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 응답력 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℃ 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.

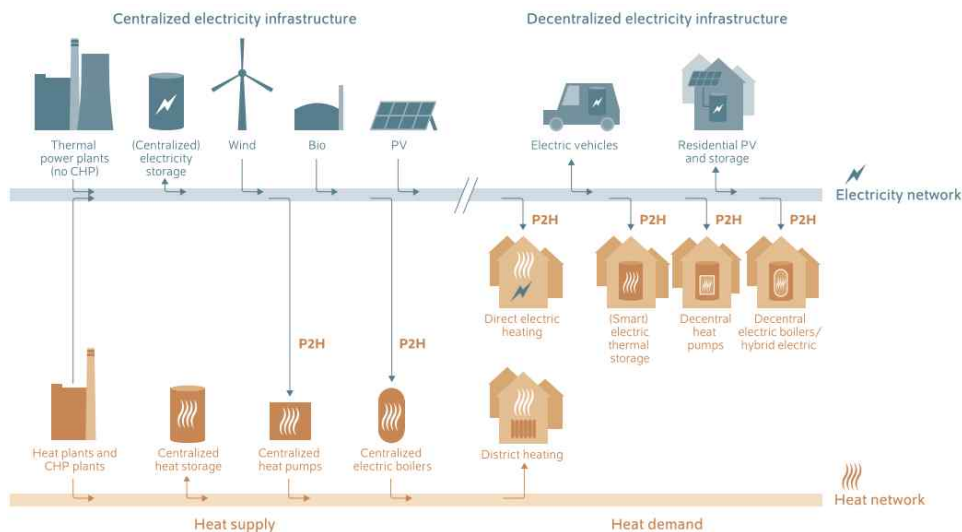
1 P2H 개요

- 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 의미하며⁹⁾, 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 저장장치가 주목적이지만 열 이용도 가능해서 간접 열 전환 방식으로 볼 수 있는 카르노 배터리(Carnot battery), 압축공기에너지저장(CAES)¹⁰⁾, 액체공기에너지저장(LAES)¹¹⁾ 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℃)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.¹²⁾
 - 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℃의 온도 상승이 가능하며, 재압축기 사용 시 최대 200℃의 열 생성이 가능함.¹³⁾
 - 산업용에서는 100℃ 미만의 저온 공정(종이, 음식 및 화학산업)에 주로 사용되며, 200℃를 넘는 온도에서는 산업공정 직접 전력화를 선호함.

12) LowTEMP(2019), p.7

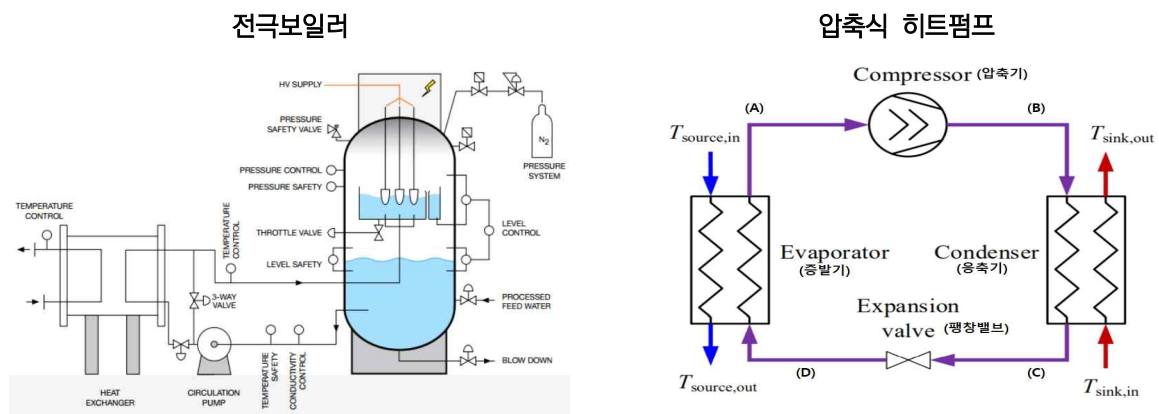
13) Agora Industry and FutureCamp(2022), p.19

표 1 | P2H 직접 열 전환 설비의 장·단점 비교

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

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

그림 2 | 전극보일러와 압축식 히트펌프의 기술 개념도



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

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)¹⁴⁾ 또는 TCM(금속 산화물-수산화물 반응 등)¹⁵⁾에 고온으로 저장하였다가 전력 필요 시 저장 열로 발전 사이클을 구동하여 전기를 생산함.¹⁶⁾

14) Phase Change Material

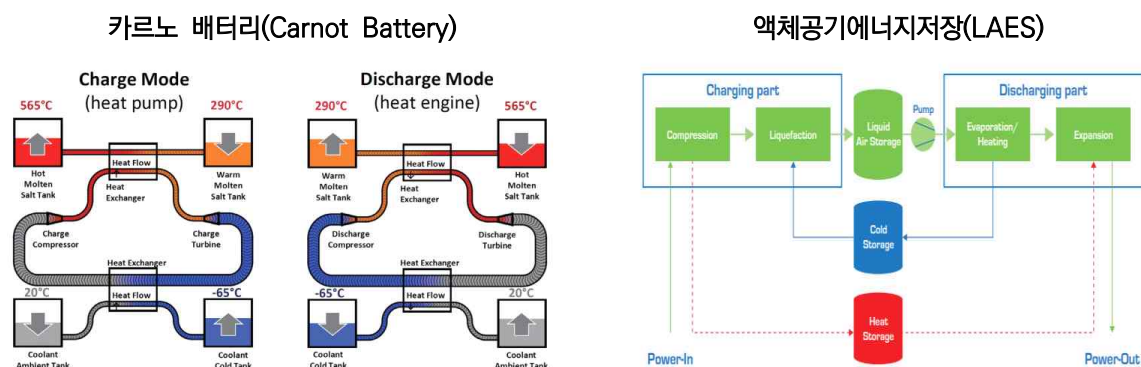
15) Thermo-mechanical Material

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.¹⁷⁾
 - 총방전효율(Round trip efficiency) 기준으로 현재 약 50% 수준으로 평가되며, 추후 기술 개발이 진전되면 최대 70%까지도 구현이 가능할 것으로 전망되고 있음.
 - 발전 과정에서 발생하는 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 발생하는 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 발생하는 공기로 피스톤 엔진이나 터빈을 구동하여 전기를 생산함.
- 공기 압축과정에서 발생하는 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 달성에도 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 풍력발전소 출력 제한을 최소화하기 위해 전기히터와 히트펌프를 구축하여 열 부문의 전력 수요 개발 추진¹⁸⁾
 - 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.¹⁹⁾
 - 풍력발전은 겨울에 최대치에 도달하며 열 수요 증가 시기와 맞물리기 때문에 2030년에는 오르후스 시 열 수요의 50%를 P2H 설비를 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.²⁰⁾
 - 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 설비는 없으며, 현재 독일 슈투트가르트에서 독일항공우주센터(DLR) 엔지니어링 열역학연구소(ITT)가 세계 최초의 카르노 배터리(압축열에너지저장 기반)를 제작하고 있음.²¹⁾
- (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.²²⁾
- (LAES) Highview는 2010년부터 2014년까지 영국 그레이터 런던 Slough에서 그리드 연결형 350 kW/2.5 MWh 발전소를 운영하였음.²³⁾ 영국 그레이터 맨체스터 Bury에는 세계 최초의 그리드 규모(5 MW/15 MWh)의 LAES 플랜트를 2018년 준공²⁴⁾

○ 국내 P2H 기술 적용 사례

- 제주도는 재생에너지 전력과 열에너지 간 최적 통합(integration)과 연계(coupling)를 위한 통합 열관리 플랫폼을 구축함.²⁵⁾ 또한, 재생에너지 잉여 전력을 활용한 P2H시스템 실증 사이트를 국내 최초로 제주 서부농업기술센터에 구축하고, 금년 9월 전력거래소 수요관리 시장에 참여할 예정임.²⁶⁾
- 한국지역난방공사 등 7개 기관은 2023년부터 한남 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.²⁷⁾

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) 안중보(2024.1), pp.16-18

23) EASE(2014)

24) Univ. of Brighton Homepage

25) 제주환경일보(2022.6.29)

26) 투데이에너지(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.²⁷⁾
 - 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.²⁹⁾
- P2H 기술의 하나인 히트펌프와의 통합은 탄소중립 달성과 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.³⁰⁾
 - 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 · 이태익(2023), p.98 및 p.135

30) 진태영 · 이태익(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-to-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. newsj e.com/news/articleView.html?idxno=258423](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 (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

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>

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/>

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/>

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/>

■ 10th International Conference on Smart Energy Systems

- 주제: 4th 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

■ CampusEnergy 2025

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

■ 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.

