

국내 도시가스시장 위기와 히트펌프관련 제도개선점

에너지전환포럼 전문위원 석광훈

2023년 7월 6일

에너지전환포럼 토론회 발제자료

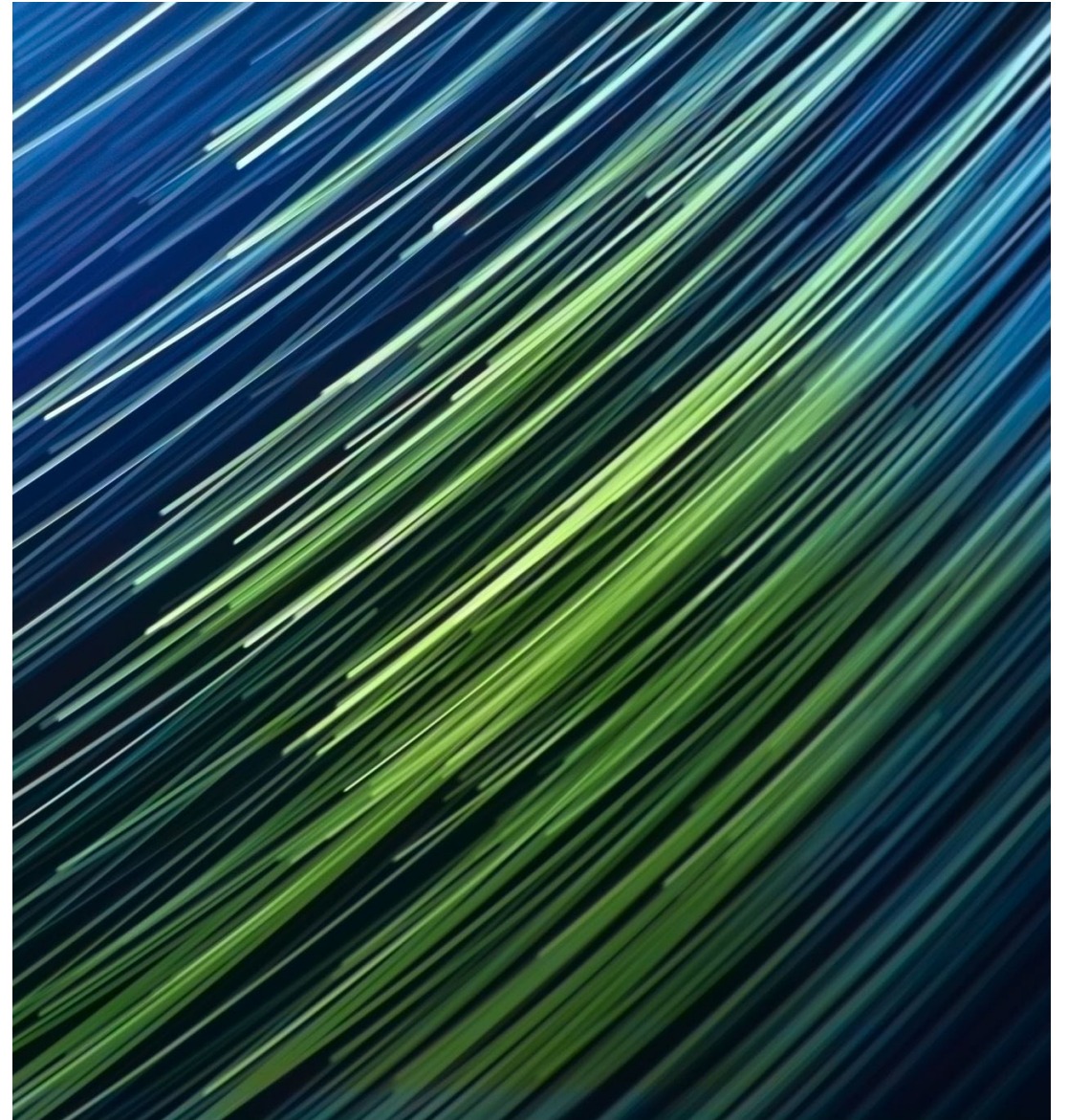
목차

1. 히트펌프의 개요

2. 유럽·북미의 에너지전환정책과 히트펌프

3. 국내 히트펌프 도입여건

4. 시사점 및 제안

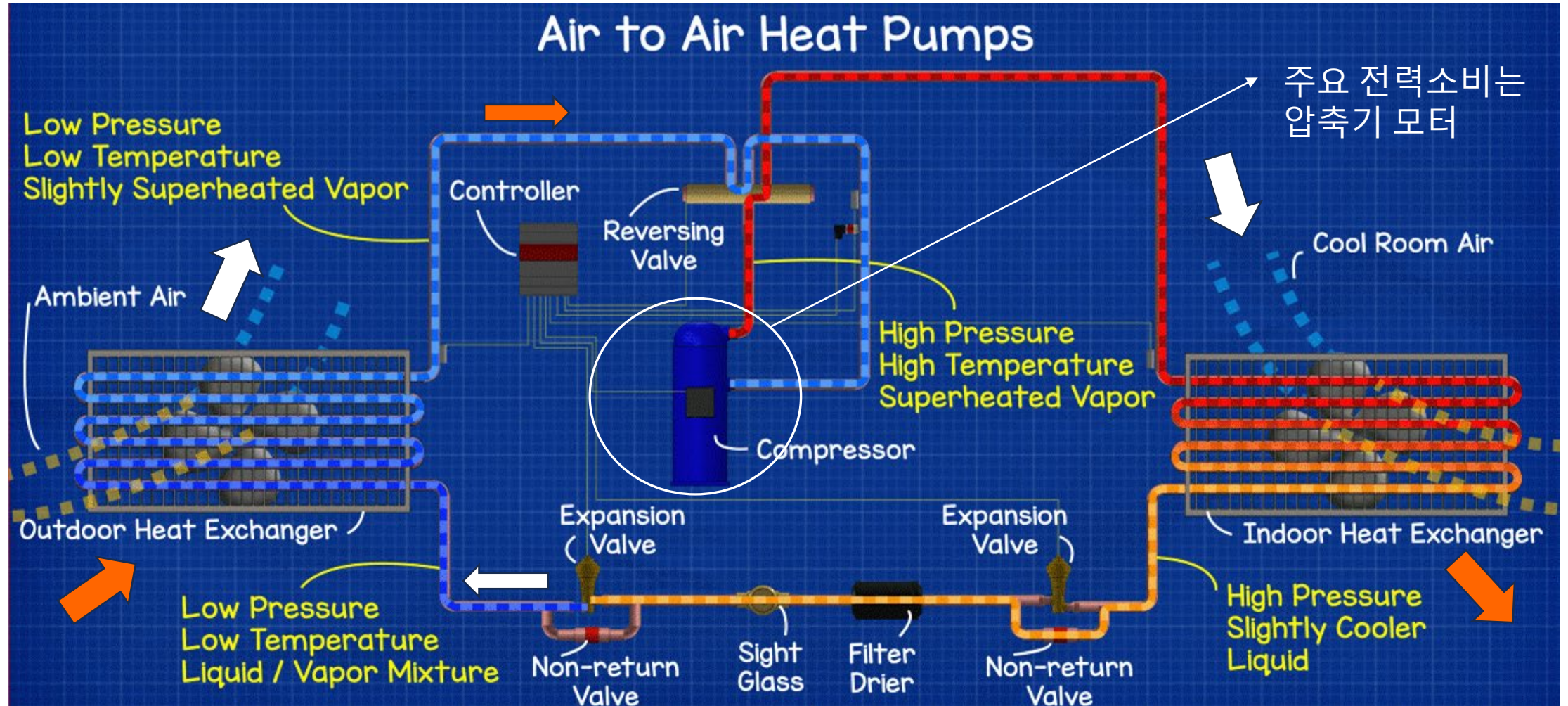


1. 히트펌프의 개요

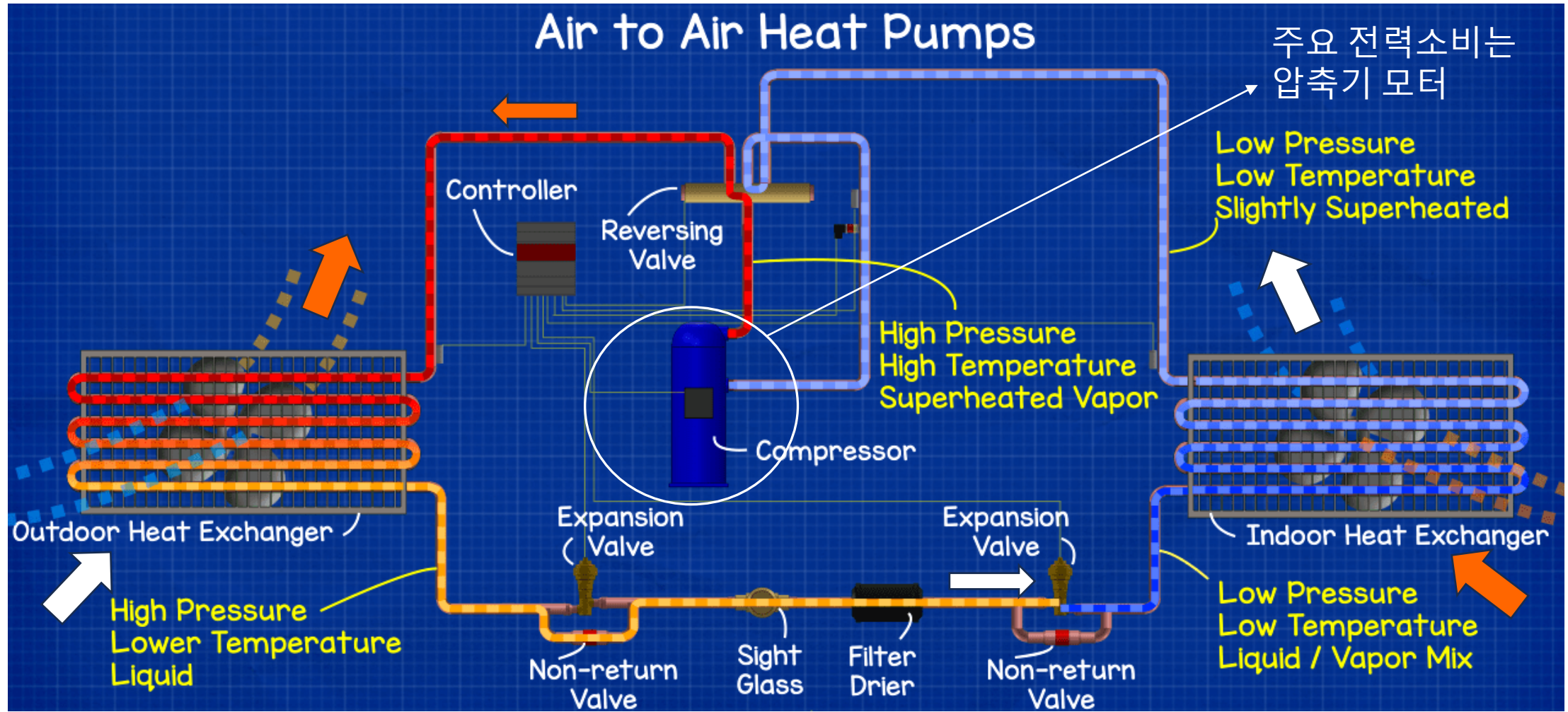
히트펌프의 작동개념과 약사

- ❖ 히트펌프는 비등점이 낮은 냉매(-24~-48°C)를 활용해 대기·지열·수열의 저밀도 열을 회수한 후 압축과정에 발생하는 열로 난방을 하거나, 반대방향으로 냉매회로를 작동시켜 냉방을 하는 개념
- ❖ 에어컨을 선도했던 다이킨, 미쓰비시 등 일본업체들이 가정용 히트펌프 시장을 주도해왔으며, 최근 국내 가전사가 이를 추격중
- ❖ 네덜란드 및 북유럽을 중심으로 탄소중립정책 차원에서 가스난방의 대안으로 히트펌프가 추진 되어옴
- ❖ 최근 우크라이나 전쟁을 계기로 유럽 전역은 물론 미국에서도 가스난방의 대안으로 히트펌프 보급정책이 급속하게 진행중

히트펌프(공기열원)의 난방모드 작동방식

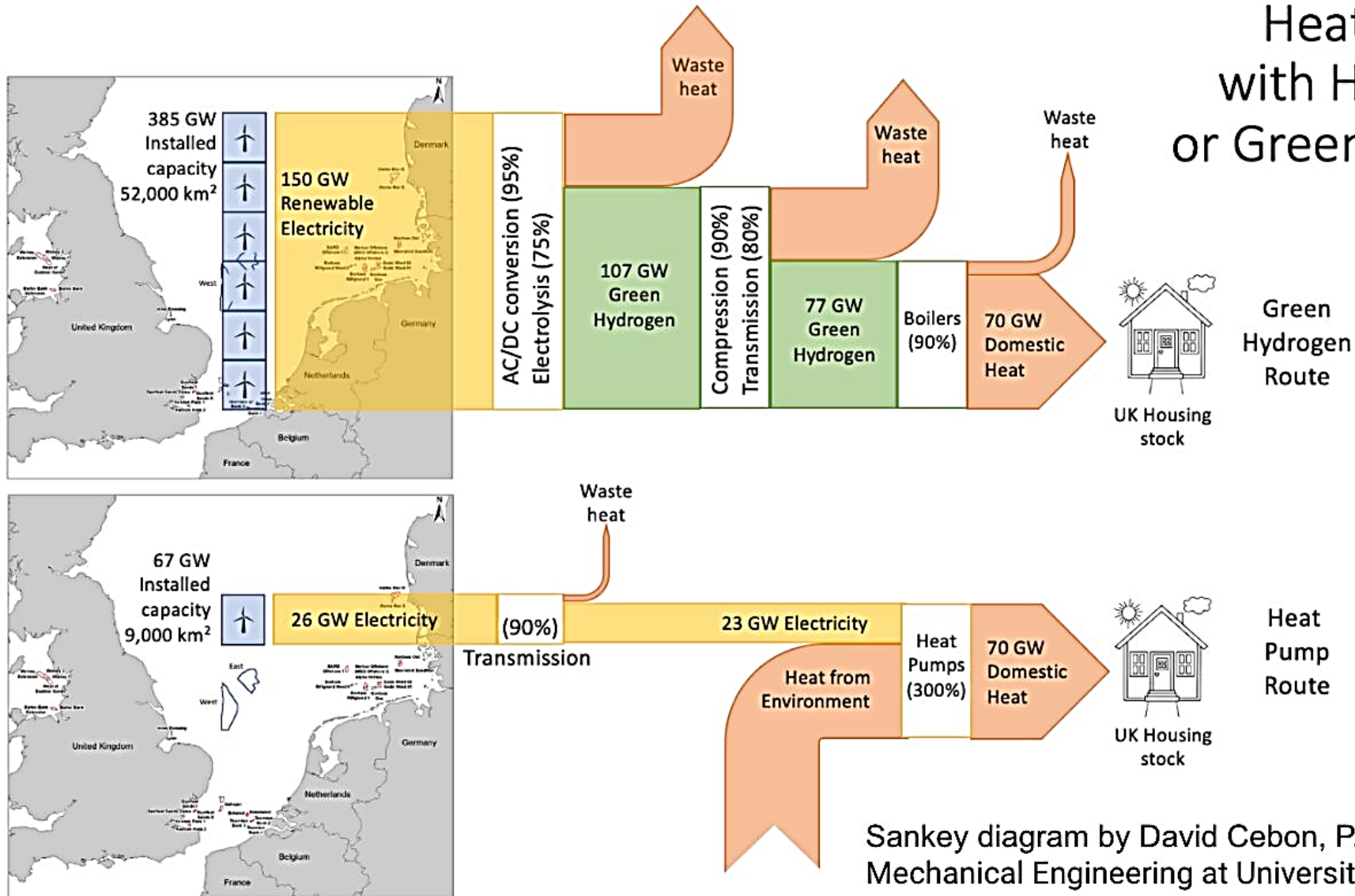


히트펌프(공기열원)의 냉방모드 작동방식



영국의 히트펌프 vs 수소보일러 난방 논쟁

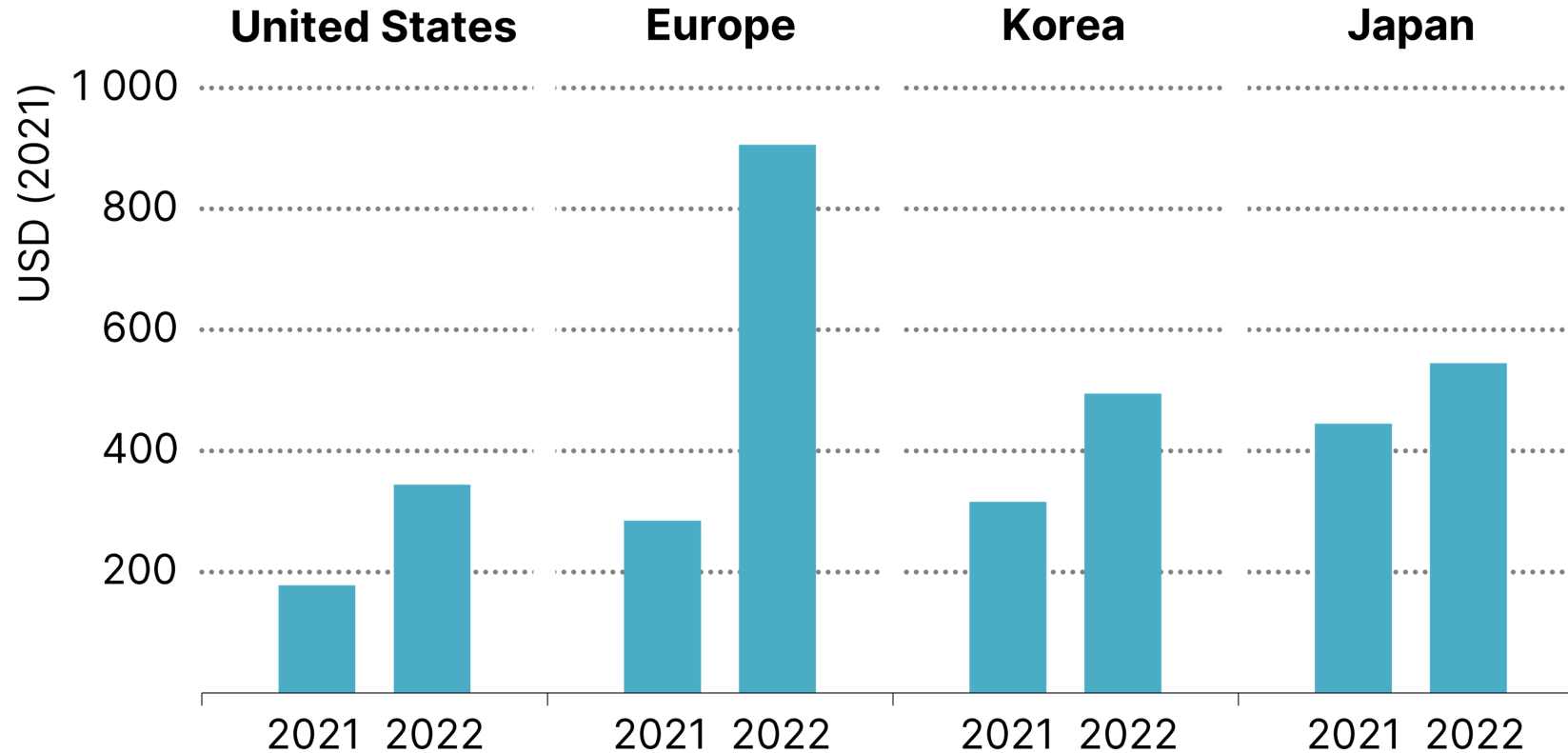
Heating the UK with Heat Pumps or Green Hydrogen



Sankey diagram by David Cebon, P.Eng, Professor of Mechanical Engineering at University of Cambridge

가스난방을 히트펌프로 전환시 비용절약효과

Energy bill savings for households switching to a heat pump from a gas boiler

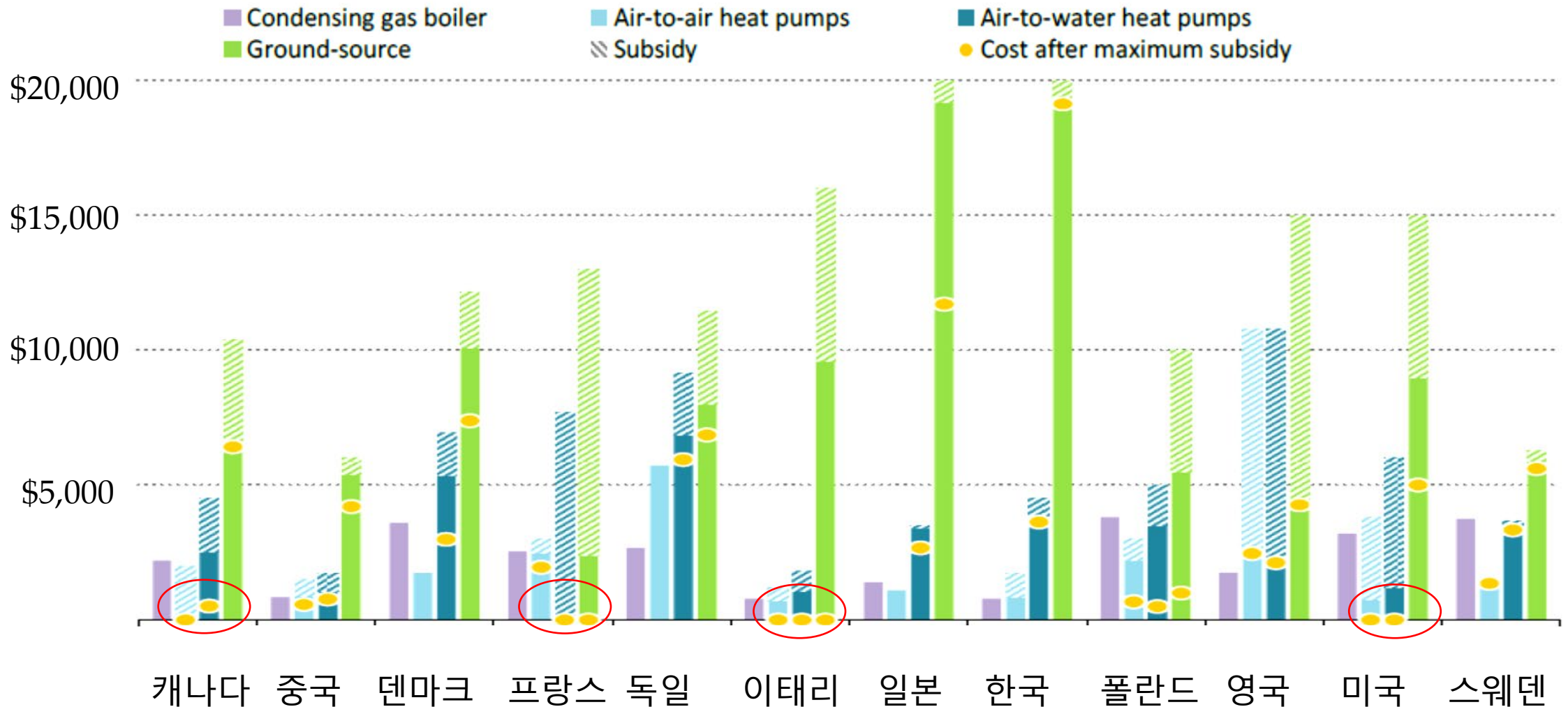


Notes:

Savings in energy bills in 2022 take account of policy interventions up to September 2022 to limit price rises, including reductions in VAT, direct subsidies, and caps on increases in electricity and gas prices.

The analysis is based on average electricity and gas prices across regions/countries and an average household demand for space heating and hot water in representative cities in respective regions/countries (**Detroit, Stockholm, Seoul, Niigata**).

가스보일러 대비 유형별 히트펌프 설비+설치비용



세계 30개국의 히트펌프 지원정책

		세부내용	시행국가 숫자
지원금	히트펌프 용도	노후 주택	20
		전기로만 작동(하이브리드 제외)	16
		화석 연료 난방 시스템 대체	12
	지원기준	비용 부담 및 최대 한도액 설정	16
		히트 펌프 기술에 따라 다름	10
	추가인센티브	고효율 기술	18
		저소득 가구	12
		아파트가 아닌 단독주택	4
		열악한 조건의 지역(예: 지역 난방이 없는 지역)	4
	소득세환급	히트펌프 용도	노후 주택에 설치
주요 거주지에 설치			3
환급기준		구매/설치 가격의 일부로 최대 한도액 설정	7
		구매 가격과 동일	2
부가세 환급		히트펌프 구매 및/또는 설치비 과세 감면 또는 면제	5
저금리대출		저리 또는 무이자 장기대출	24

2. 유럽의 히트펌프 시장확대 정책과 추세

유럽의 가스보일러 금지 및 히트펌프 권고

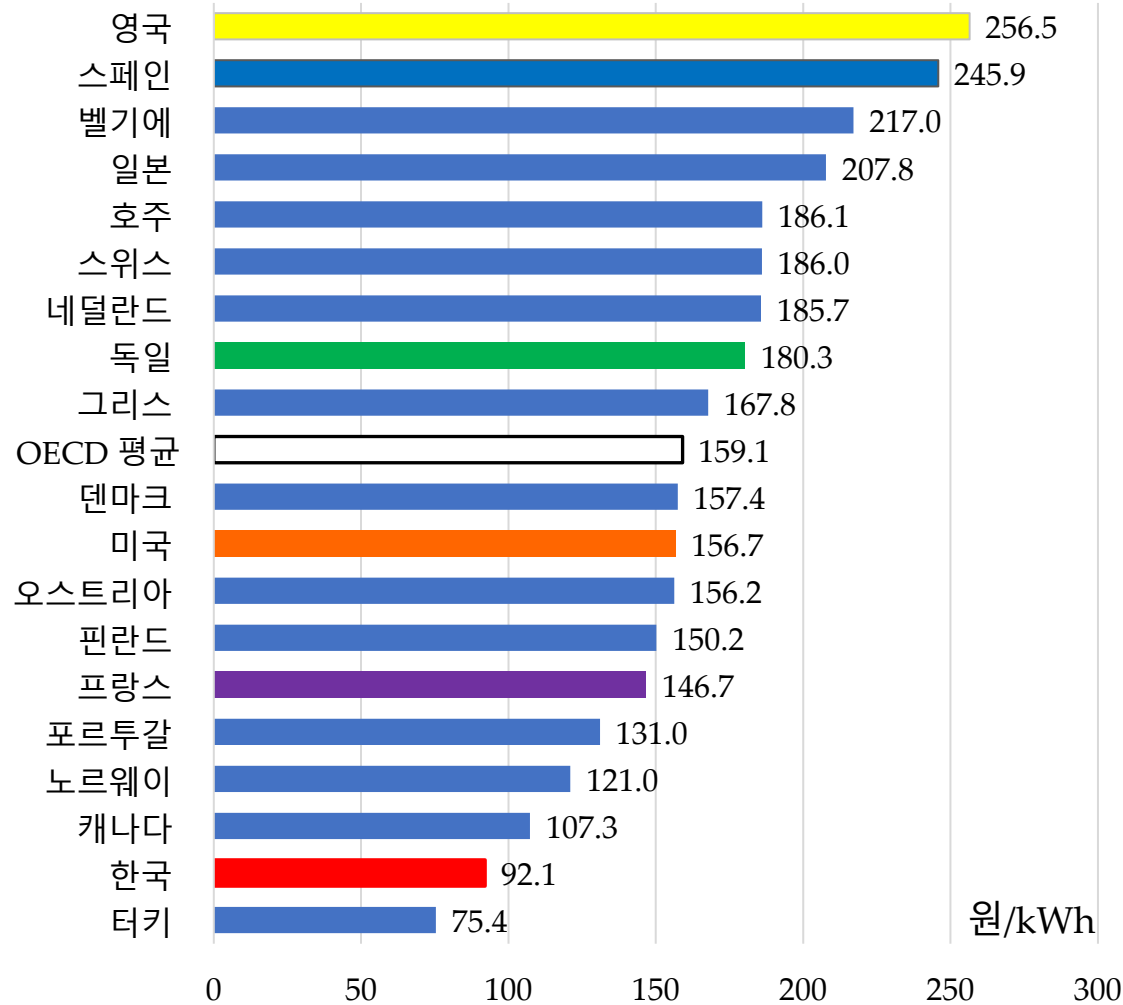
- 유럽연합: 2028년부터 신규건물 가스보일러 중단 및 기존 화석연료보일러 폐지권고(2035)
 - 네덜란드: 2018년부터 신규 건물의 가스배관 연결 금지(2026년부터 히트펌프 설치의무화)
 - 노르웨이: 2020년부터 기존 및 신규 주택에서 가스 및 석유 사용 금지
 - 오스트리아: 2023년부터 신규건물 화석연료 보일러 설치금지 예정, 기존건물도 금지
 - 아일랜드: 2023년부터 신규 건물 석유 및 가스 보일러 금지
 - 슬로바키아: 2023년부터 석유 및 가스 보일러의 신규 판매 및 설치 금지
 - 독일: 2024년부터 사실상 신규 화석연료 보일러 금지
 - 덴마크: 2029년까지 40만대의 가스보일러를 모두 지역난방 및 히트펌프로 전환계획
- ※ 벨기에 플라망지역, 2025년부터 신규 건물에 석유 및 가스보일러 금지 계획, 캘리포니아도 2030년부터 신규 가스난방 및 가스온수기 판매 금지 추진

전쟁 후 유럽의 주택단열 지원사업 강화

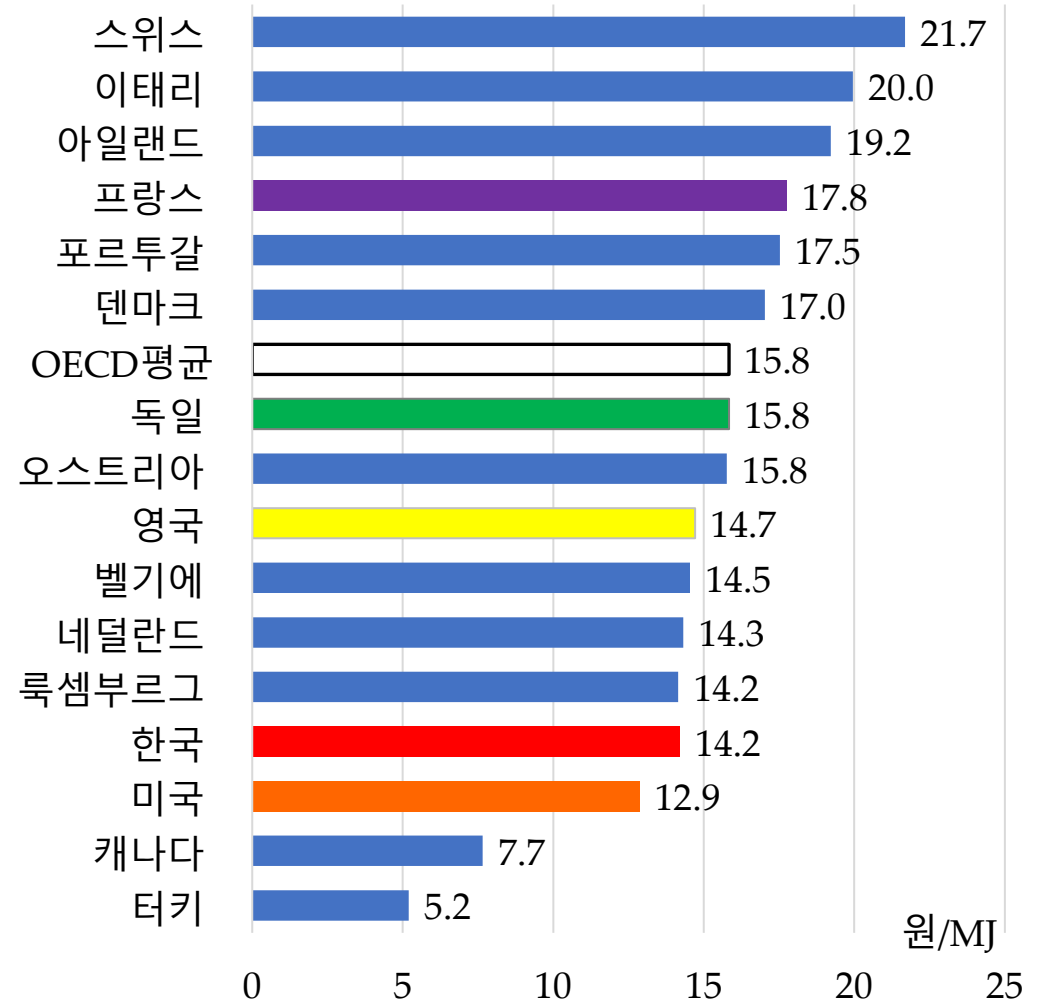
- 유럽은 전기, 가스요금의 시장가격 반영원칙을 지키되, 주택단열개선, 에너지바우처, 저소득층 지원 추진
- 독일은 2023~2026년 기간 총 563억유로(76.4조원)를 투입해, 건축물 에너지효율 개선사업을 지원할 계획
- 네덜란드는 4월부터 2030년까지 총 250만호(총가구의 30%)에 대한 주택단열 개선을 목표로 지원사업을 진행중
- 이태리는 2020년 7월부터 연간 120억유로를 투입해 주택에너지효율 개선사업을 진행중(2022상반기 12.2만 가구지원)

전쟁이전 OECD의 가정용 전기·가스요금(2021)

가정용 전기요금(원/kWh, 세전가격)

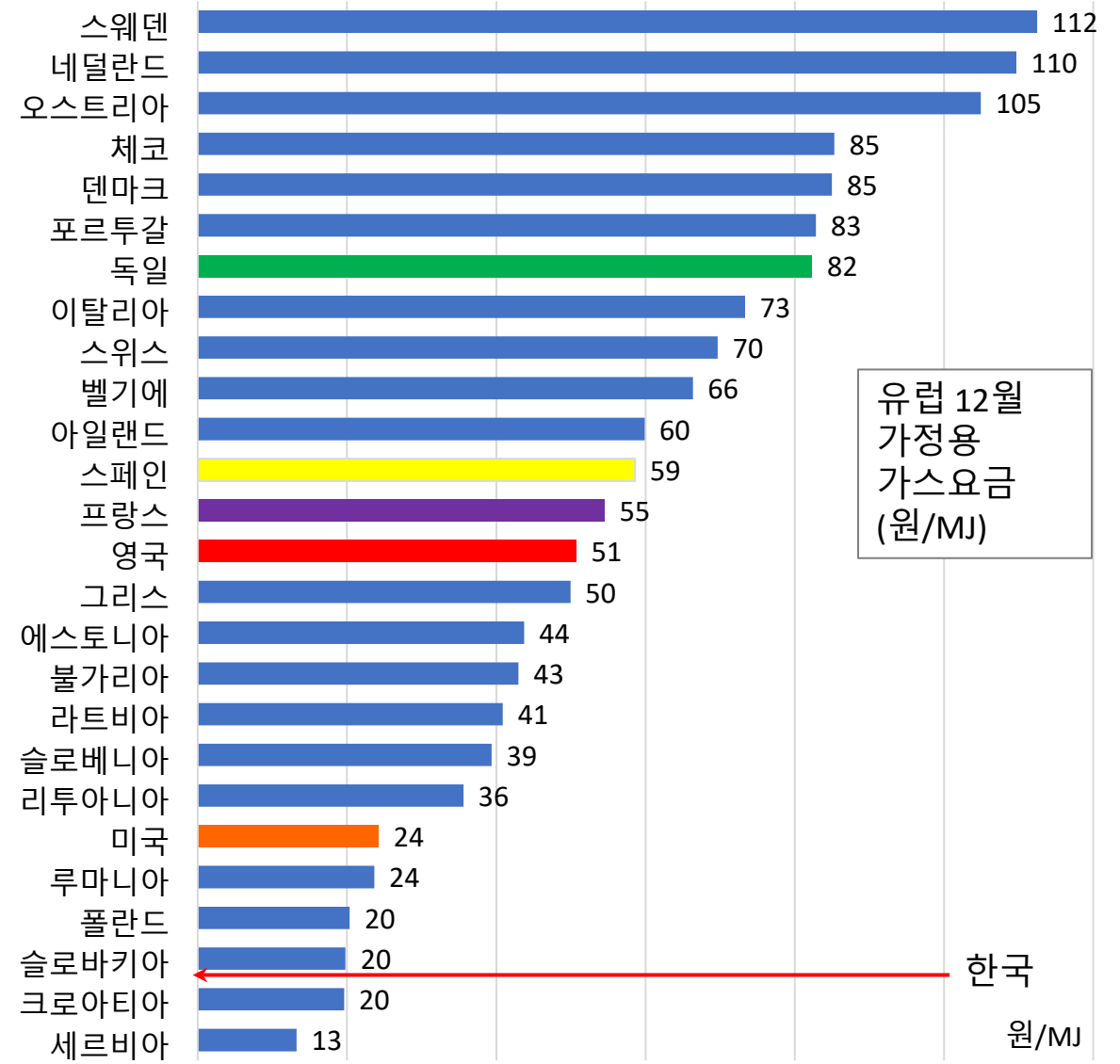
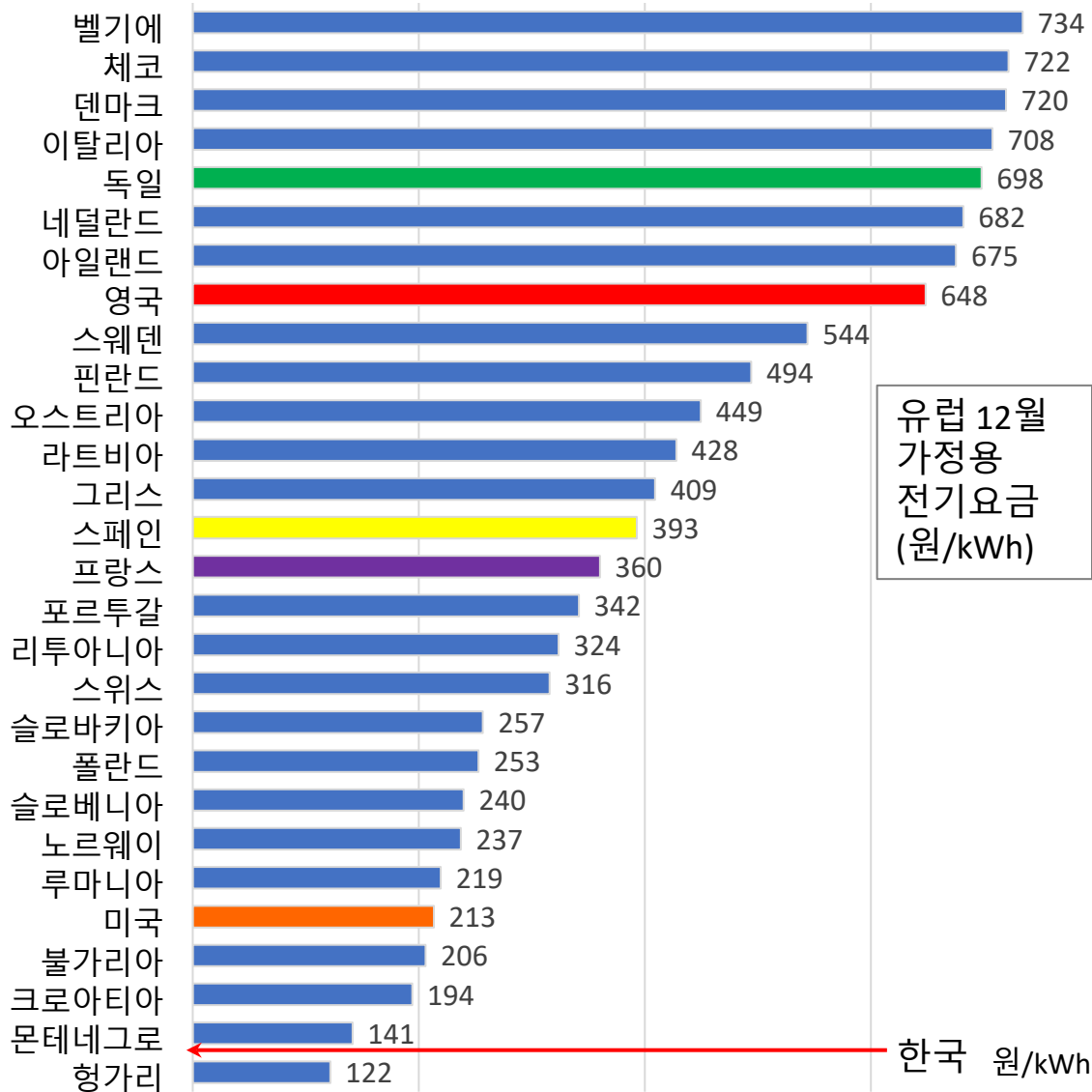


가정용 가스요금(원/MJ, 세전가격)



출처: 국제에너지기구(IEA) Energy Prices & Taxes/영국 기업에너지산업부(BEIS) Quarterly Energy Prices UK (2021년 환율적용)

2022년말 미국·유럽의 가정용 전기·가스 요금(2022.12.)



전기·가스원가 폭등에 대한 유럽의 정책

- 이집트(2013), 공기업 통해 전기, 가스, 석유 할인판매로 적자누적
 - 에너지공기업 적자가 정부재정의 22%인 210억불(현재가치 35조원) 도달
 - 에너지공기업 적자를 감당하지 못해 IMF구제금융 신청(세계은행 금융지원)
 - 베네수엘라도 국영 석유회사(PDVSA)를 통한 석유할인 남발로 국가부도
- 반면 독일, 영국 등 유럽국가들은 전기, 가스요금 폭등에 대해 요금할인이 아닌 정부재정을 통한 에너지 재난지원금 지급
 - 영국, 독일은 연말, 연초 600~700원/kWh수준의 전기요금 전망되며, 각각 약 120조원 안팎 규모 (970억~990억유로)의 재난지원금으로 전기 및 가스요금 인상으로 인한 국민부담 완화

영국의 전기·가스 요금인상과 재정정책

영국 규제기관의 주택용 전기·가스 요금상한(price cap)조정 결과(2022년10월)

	상한조정결과	전반기대비 인상률	국내요금	한·영비교
전기요금	820원/kWh	86%	121원/kWh	6.8배
가스요금	65원/MJ	114%	19.7원/MJ	3.3배

자료: 영국 전기·가스시장 규제청(OFGEM), Default tariff cap level: 1 October 2022 to 31 December 2022

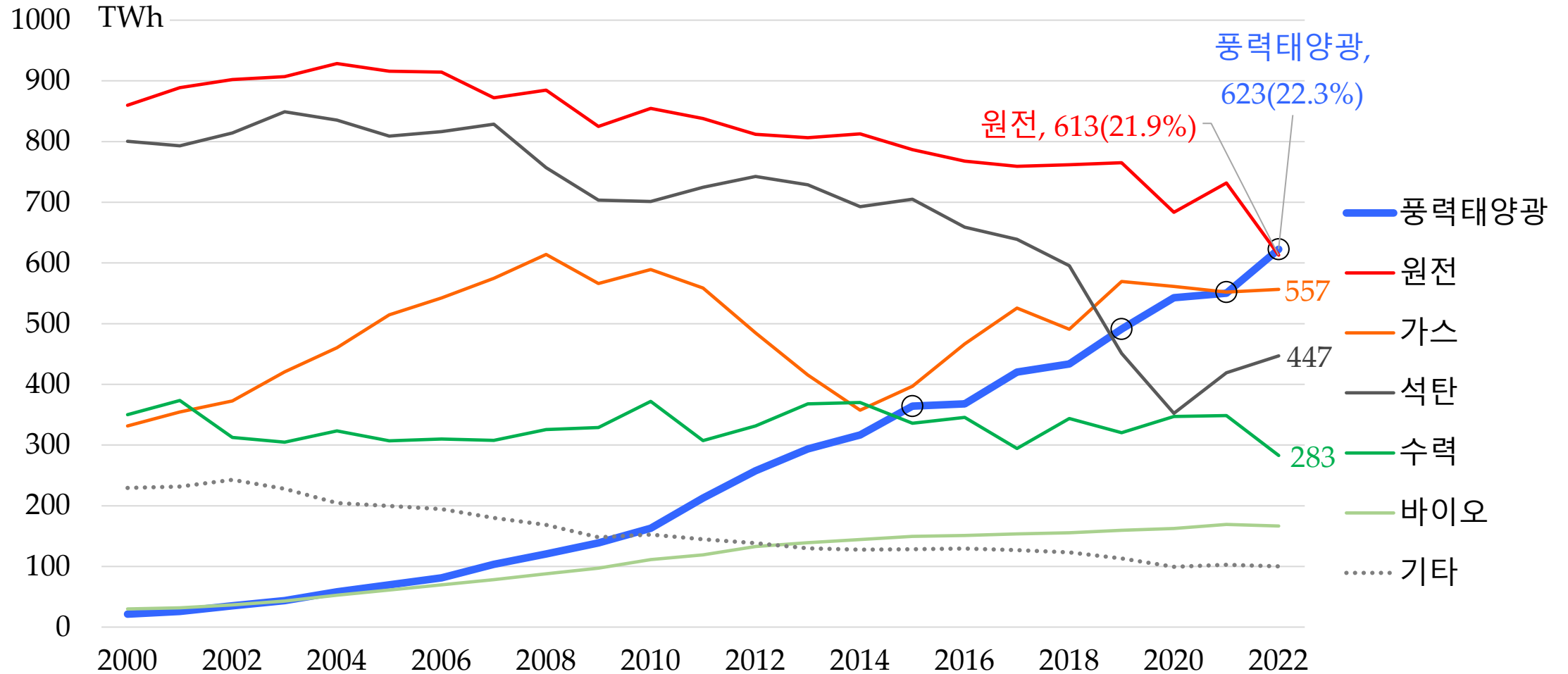
영국 정부의 에너지재난 지원 정책

	2022.10-'23.3월	2023.4-'24.3월	비고
September Energy Package	68조5천억원	42조5천억원	2022, 2023년 에너지재난지원금, GDP 대비 평균 2.1%
-가정용 (Energy Price Guarantee)	39조3천억원	42조5천억원	
-중소상공인(Energy Bill Relief Scheme)	29조1천억원	미정	

자료: 영국 예산준칙 관리청(OBR), Economic and fiscal outlook (November 2022)

유럽 전력시장에서 재생에너지 증가추세

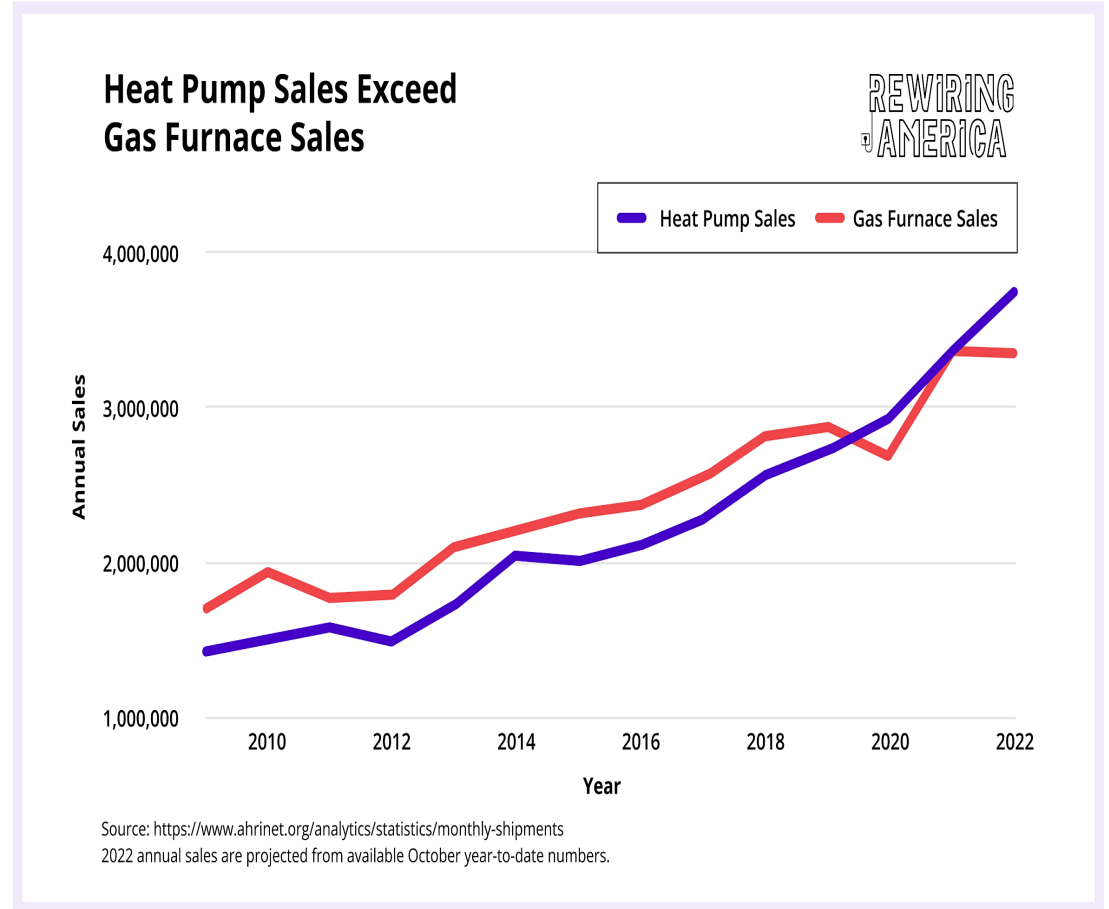
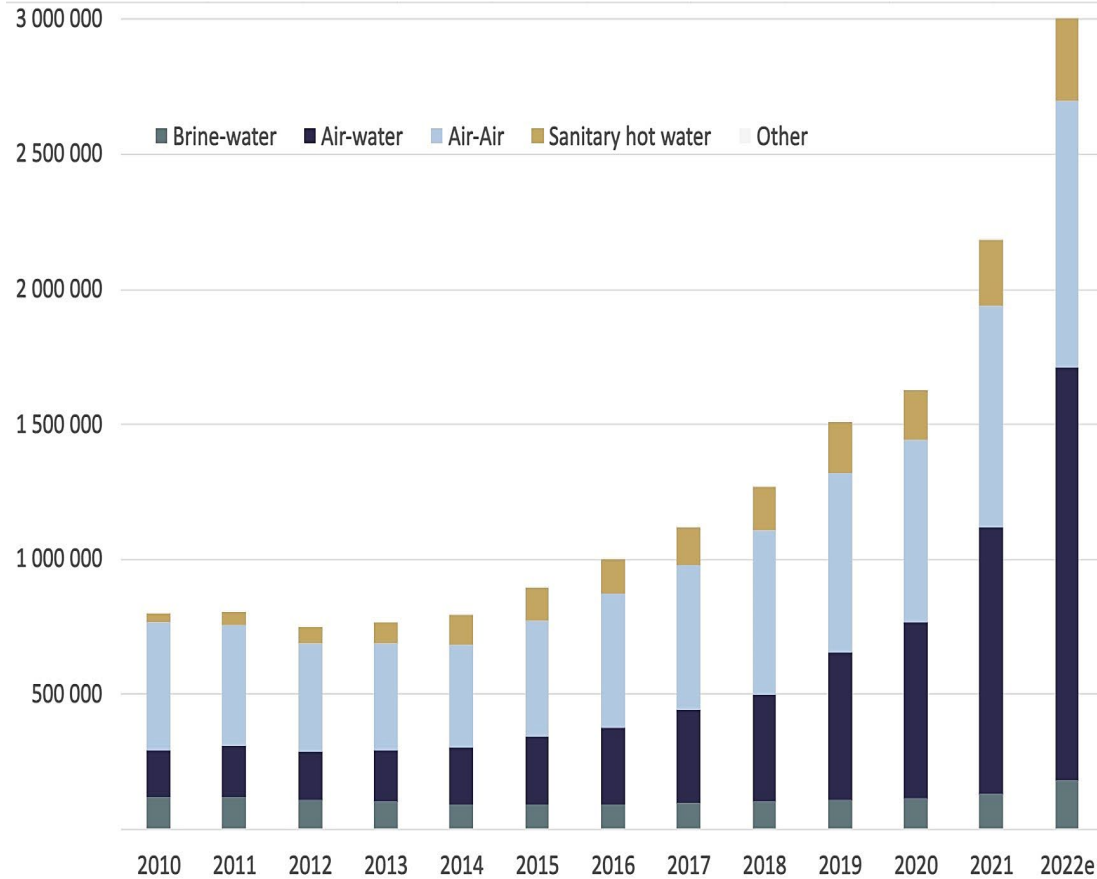
-재생에너지 증가로 전기화와 유연화(히트펌프, 가정용 수요반응) 강화필요



참고: Ember Annual Electricity Data

전쟁이후 유럽, 미국 히트펌프 확산 가속화

-유럽: 300만대판매 (38%↑), 미국: 400만대(가스히터 추월)



출처: 유럽 히트펌프 산업협회, 미국 냉난방공조협회(AHRI)

유럽·미국, 히트펌프 수요폭증에 재고·인력 부족

미국, 독일 모두 히트펌프 수요폭증에 재고 및 설치기사 부족 상태,
독일은 정부차원의 설치기사 3~4만명 양성계획

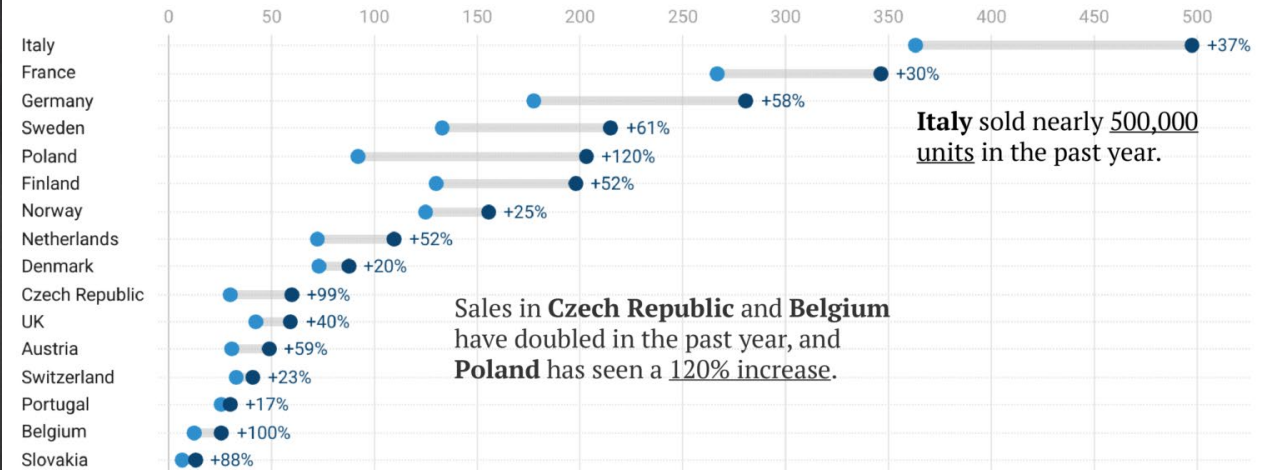
THE WALL STREET JOURNAL.

America Is Trying to Electrify. There Aren't Enough Electricians.

Climate law is expected to add new demand for car chargers and heat pumps

Heat pump sales in Europe have increased 38% in the past year

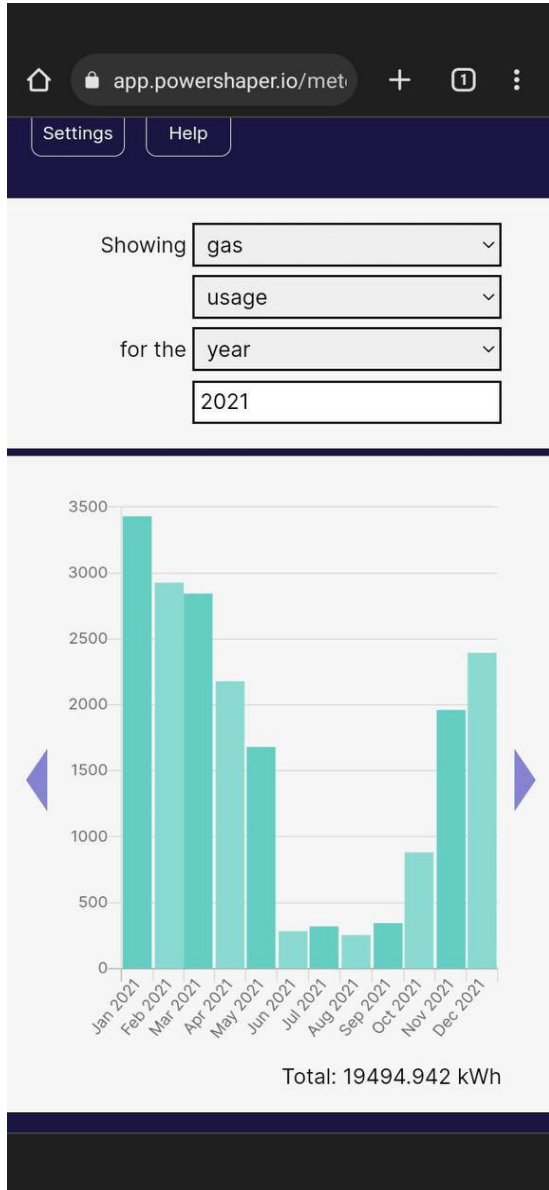
Total sales for 2021 and 2022, thousands



Created with Datawrapper

Source: Various national sources and EHPA. Chart: Carbon Brief

영국 웨일즈 카디프시 가정 히트펌프 교체사례



On a day of savage weather and after a 5 day install I'm pleased to finally turn on The Beast.

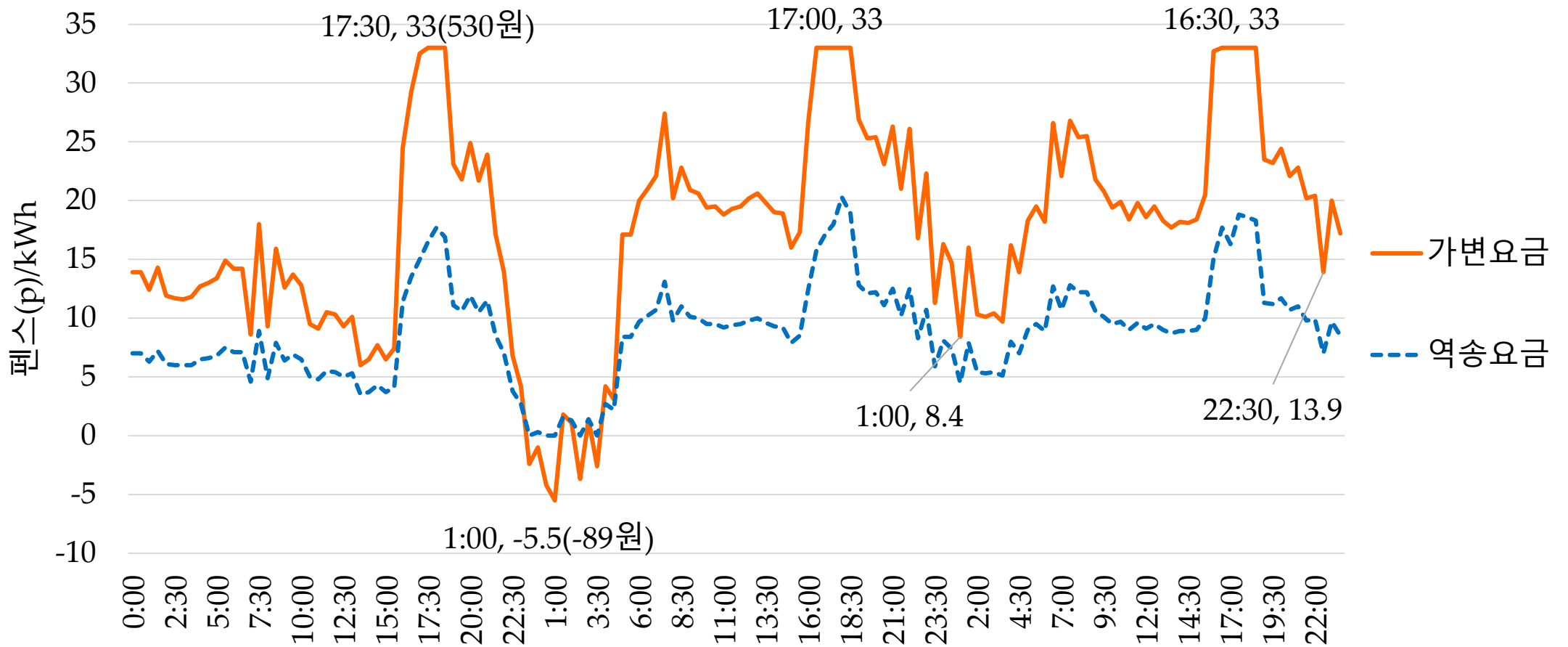
House is nice and toasty.
Warming our home, not the planet.



- '21년 가스소비 15,490kWh(55,764 MJ)
- 영국 지난해 4분기 가스요금(51원/MJ) 적용시 284만원.
- 가스난방 완전대체, 취사용만 가스사용
- 히트펌프 설치 후 1년간('22년) 주택 전체 전기소비량 4,131 kWh
- 월평균 344kWh

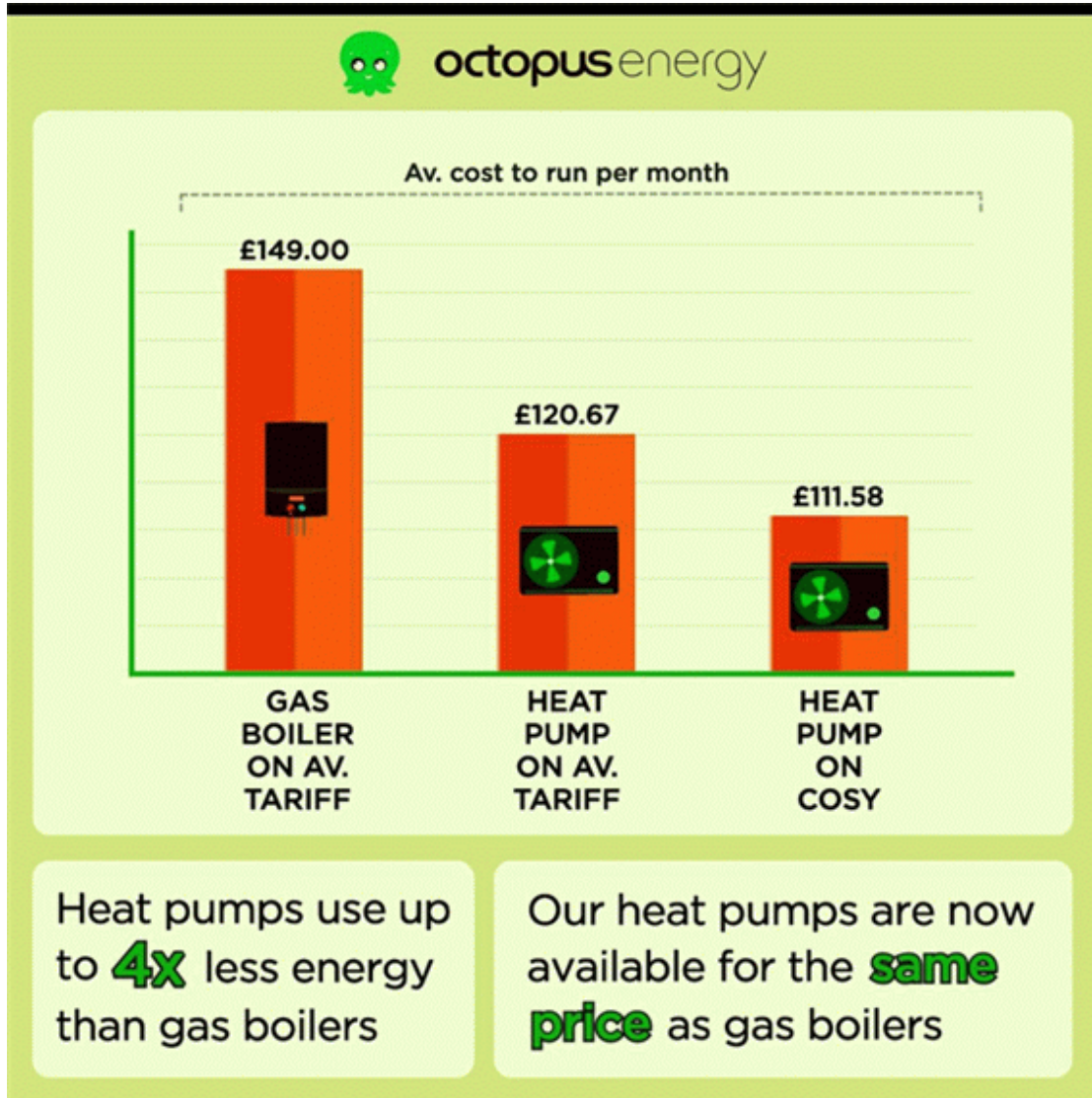
옥토퍼스의 변동(Flexible) 전기요금(+역송 요금)

- '23년 4월 10-12일(월화수) 30분단위 가정용 소비단가 (+역송요금: 태양광·풍력·배터리)



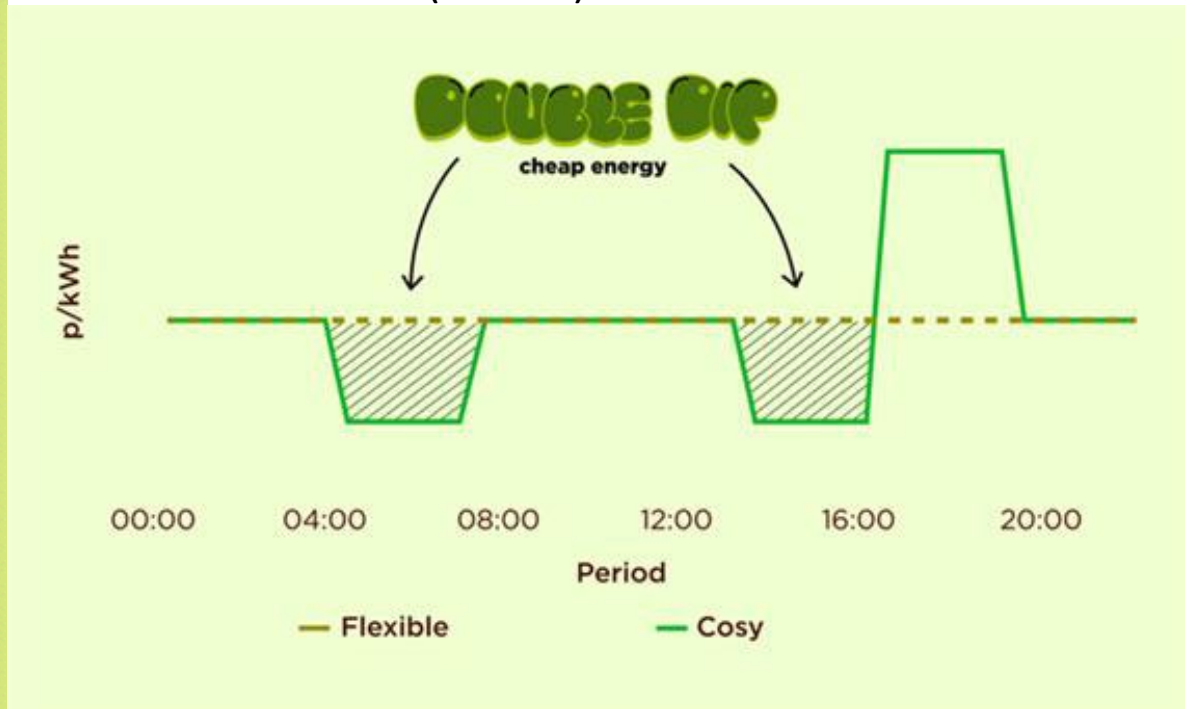
출처: <https://dashboards.energy-stats.uk/> ※세부요금명칭은 "Agile Import", "Agile Outgoing"

영국 옥토퍼스 에너지의 히트펌프 마케팅



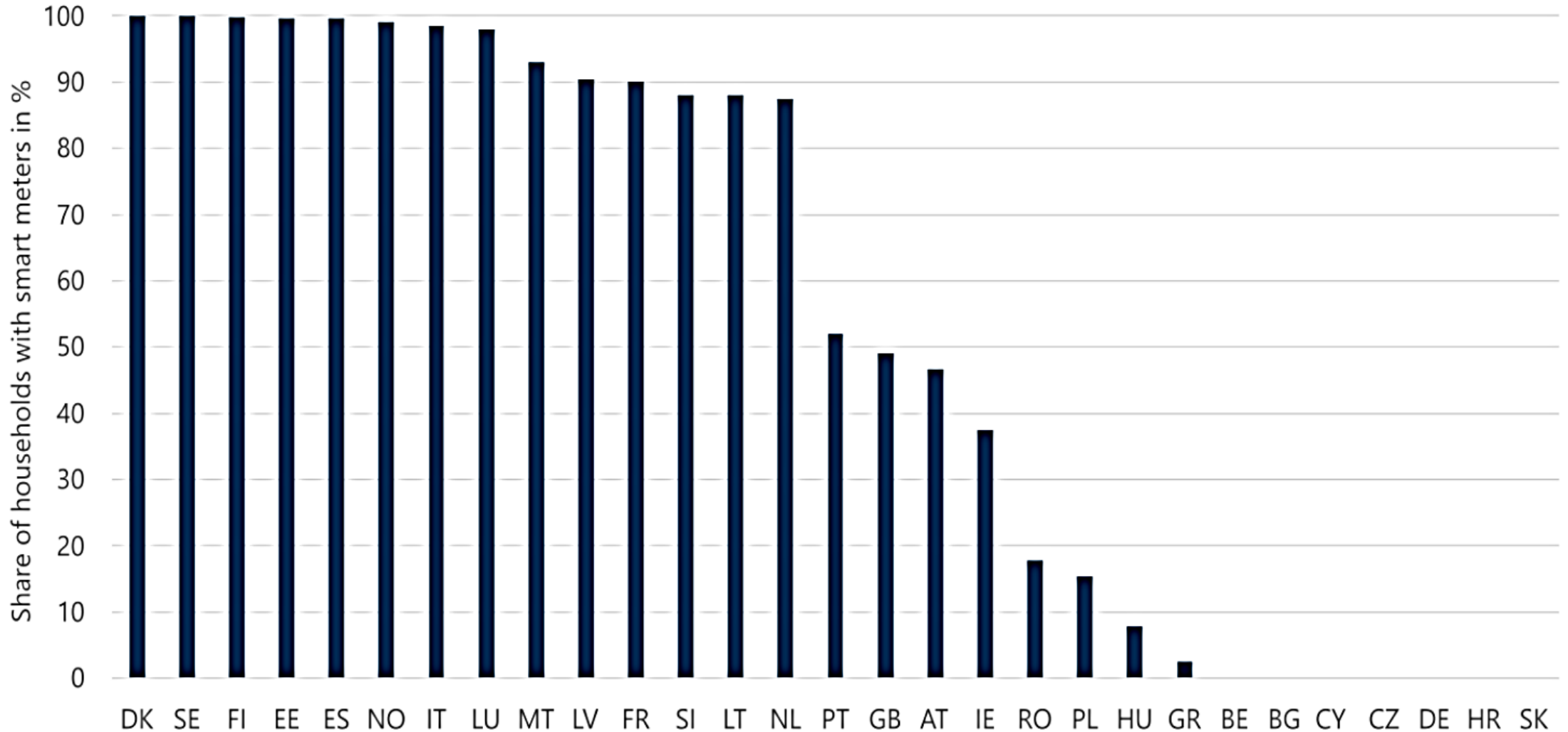
Cosy 전기요금 (Flexible 요금제+추가조건):

- 재생에너지 비중이 높고, 순수요금이 낮은 시간대에 Flexible 대비 40% 저렴.
- 저녁피크에는 Flexible 대비 60% 인상.
- 자동화 플랫폼(Kraken)을 통해 전력제어 자동화



유럽 각국의 스마트미터 보급률 현황

- 북유럽·발틱 국가들 100% 육박, 영국 50%, 독일 0%(개인정보논란)



출처: Research Institute for Energy Economy (FFE) Munich 2023

지역난방 및 산업용 히트펌프의 기능

- 세계적으로 에너지전환과정에서 재생에너지 변동성으로 인한 불균형을 해소할 유연성 자원이 강조되는 추세
- 기존 전력공급자원들 중 대표적인 경직성 전원인 원전, 열병합발전은 전력계통 운영에 위협요인
 - 과거 원전은 '저탄소 전원', 열병합발전은 '에너지효율' 측면에서 권장되어왔으나, 에너지전환을 위해 유연자원으로 대체 필요
- 국내 지역난방 아파트 및 산업용 열병합발전소들도 이러한 측면에서 대형 히트펌프로 전환 검토 필요
- 난방용 히트펌프조차도 전력계통에 미치는 악영향을 저감하기 위해 계절적 변동성이 큰 태양광 대비 풍력발전 확대필요

지역난방용 히트펌프사례

- 덴마크 항구도시(Esbjerg)의 지역난방용 히트펌프(60MW x 2)
 - 열원: 해수(초당 4천리터)
 - 냉매: 초임계압 CO2
 - 공급범위: 시내 주거지(인구 8만)
 - 공급: 독일 MAN
 - 발주: 지역난방사업자(DIN Forsyning)
- 기존 지역난방용 석탄 및 소각로 열병합발전소를 대체하고, 인근 신규 풍력단지에서 전력 조달
- 덴마크, 2029년까지 기존 40만 가스보일러를 히트펌프와 지역난방으로 대체계획

사진: MAN Energy Solutions



미국의 산업용 증기생산 기술별 비용(2021)

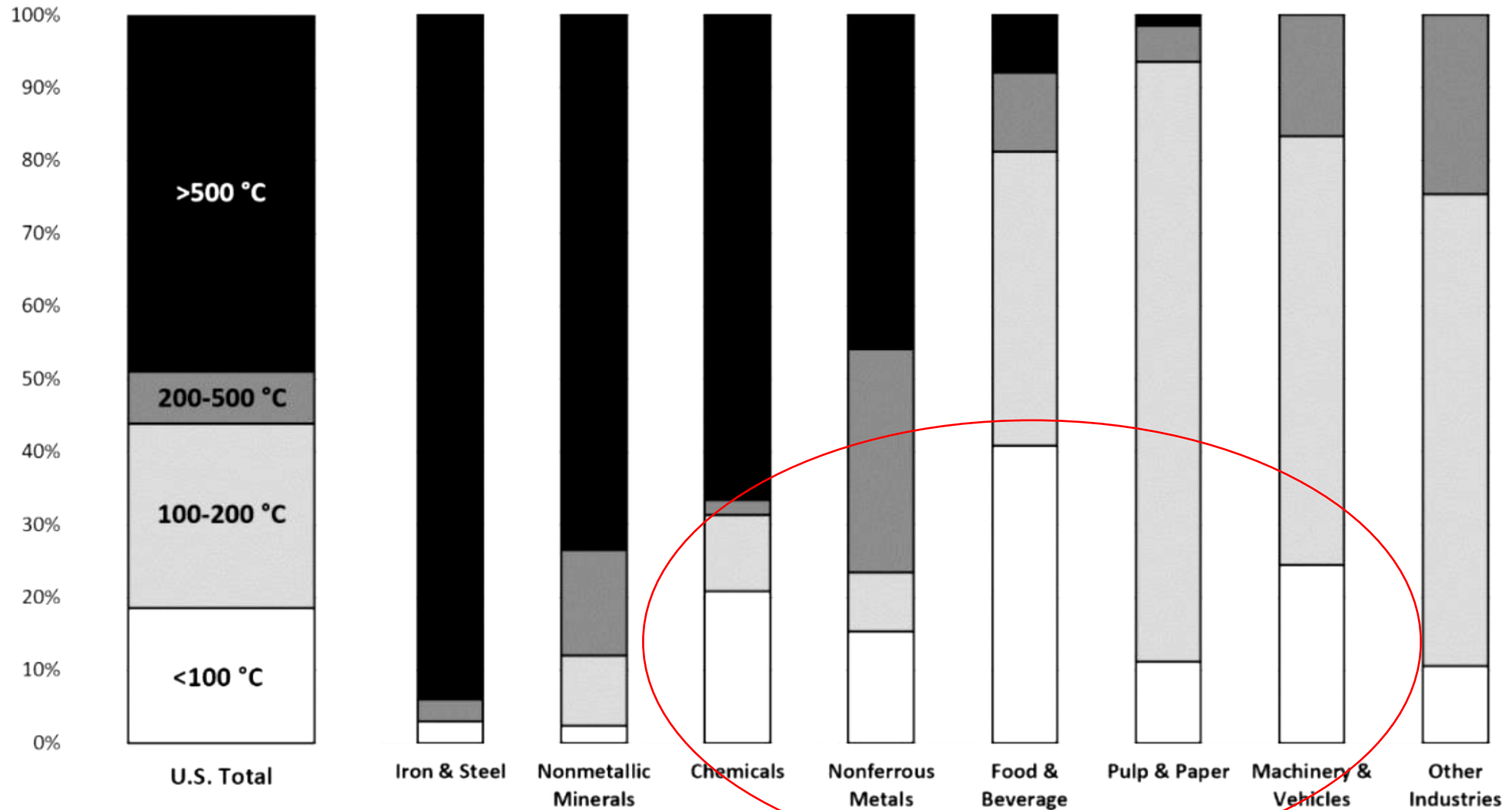
-전쟁이전 가스보일러 대비 높은 비용, 향후 히트펌프 전망 긍정적

	가스보일러	가스열병합	전기보일러	히트펌프		
				(80~100°C)	(100~180°C)	
효율/COP	0.95	0.85	0.99	3.7	2.2	
연중 전출력 운전시간	2000	6000	2000	6000	6000	
자본비용 (\$/kW)	234	900	175	700	870	
열출력 단위비용 (\$/MWth)	자본비용	12	12	14	19	23
	연료 및 전기	18	35	75	20	34
	비에너지Opex	6	3	3	2	3
	총비용	36	50	92	41	60

출처: ENERGY INNOVATION POLICY AND TECHNOLOGY LLC®, Decarbonizing Low-Temperature Industrial Heat in the U.S. (October 2022)

미국의 제조업종별, 공정온도별 열수요 분포

Percentage Heat Demand by Temperature Range by Industry (U.S., 2021)

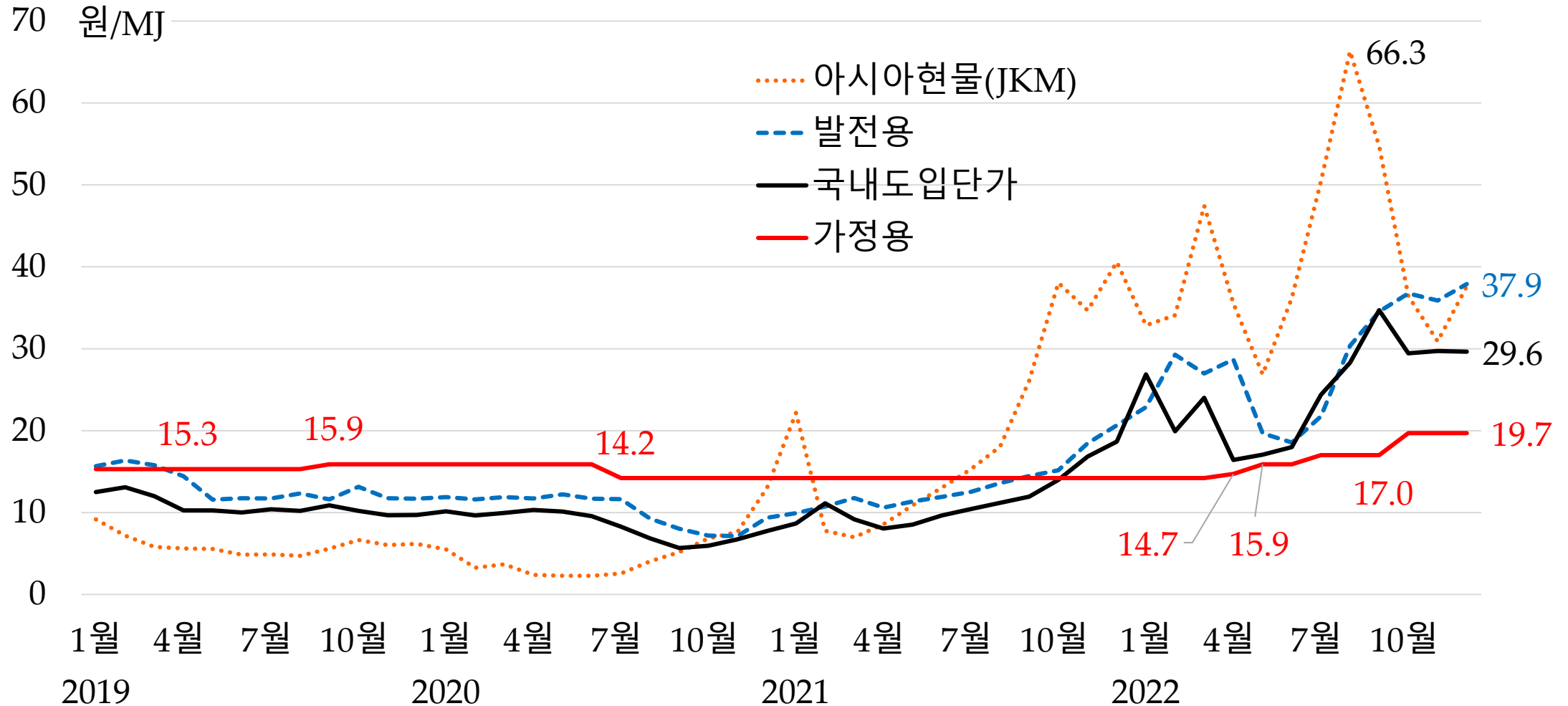


3. 국내 히트펌프 도입여건

국내 히트펌프관련 가전사들의 변화추세

- 2010년 이후 국내 가전사들은 시스템에어컨에 보조로 히트펌프 기술(압축기)을 적용해왔으나, L사만 국산화, S사는 해외제품 조립
 - 도시가스 가격왜곡으로 가스난방 대비 경쟁력 절대열위 상황이 개발유인 저하
- 지난해를 기점으로 히트펌프 기술을 강조한 냉·난방 겸용 시스템 에어컨 마케팅 강화 ('사계절 에어컨으로 외기온도 -10°C까지 난방')
 - 유럽 히트펌프 수준의 성능계수(COP) 구현 또는 추격 가능한지가 문제
 - 효율이 높은 지열원 히트펌프도 출시되었으나, 높은 설치비와 지하매설 공간제약으로 인해 단독주택용보다 지역난방용이나 산업용으로 전환필요
- 가정 및 영업용 히트펌프는 도시가스 요금정상화에 따라 가스난방과 병용하는 방식으로 가스난방 수요 저감에 기여할 것으로 전망

국내 천연가스 도입단가와 용도별 가스요금실적



참고: IMF Primary Commodity Prices, 에너지경제연구원 에너지통계월보, 한국가스공사, 월별 평균환율 적용

※발전용과 가정용 가스공급비용의 차이

□공급계약의 차이

- 발전사업자는 대부분 장기계약을 통해 가스공급 vs. 가정용 도시는 소매 도시가스사업자로부터 구매

□공급비용구조의 차이

- 발전사업자는 대량구매를 통해 가격협상, 고정비용을 높은 이용률로 분산 vs. 가정용 가스는 공급설비비용에 비해 소비량이 작고 이용률 낮음

□계절간 수요격차

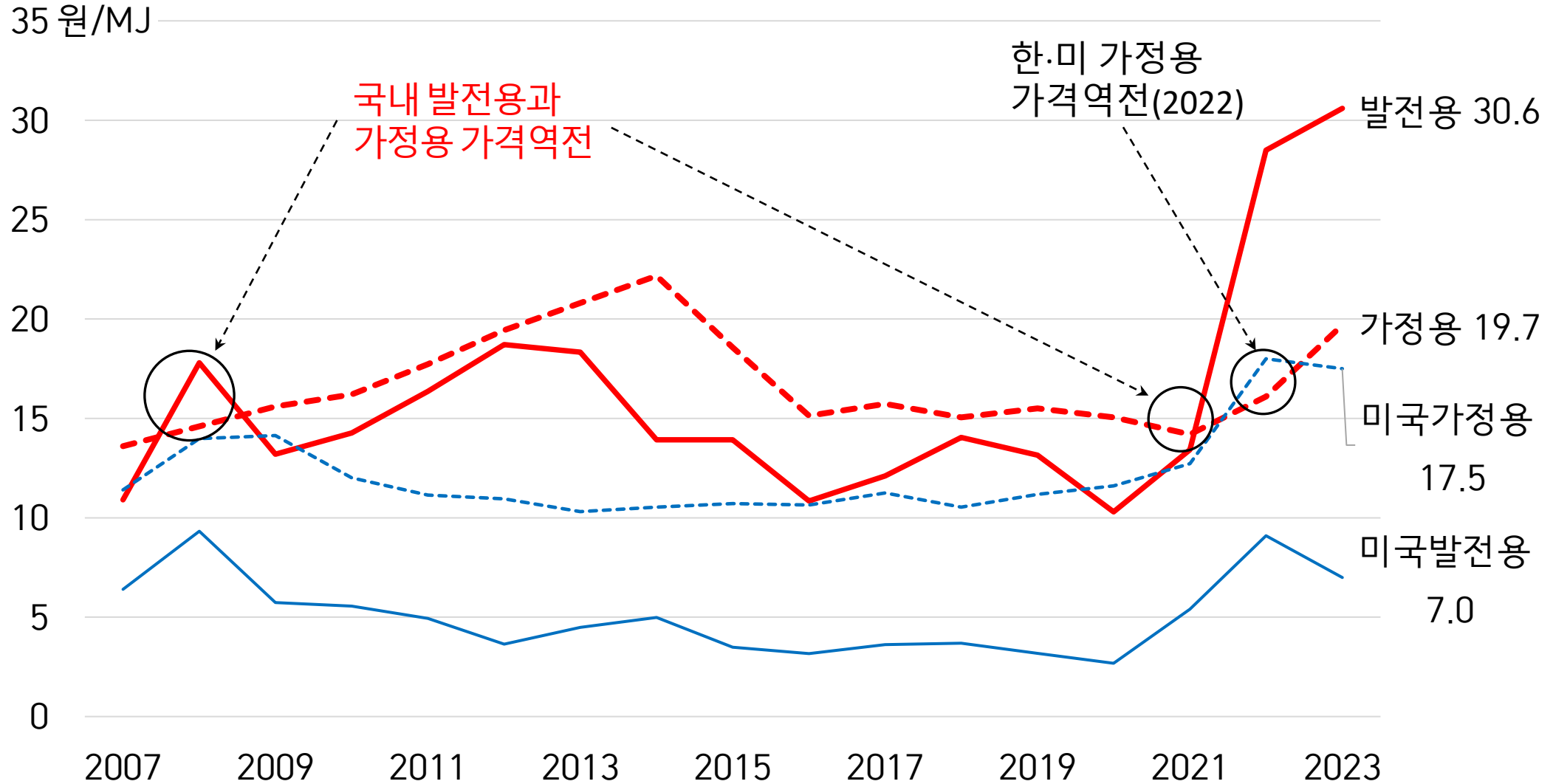
- 발전용 가스수요는 연중 비교적 일정 vs. 가정용은 동계에 수요집중, 나머지 기간 막대한 저장비용, 계절간 도입물량조정 협상비용 유발

□OECD 회원국 대부분 발전용 대 가정용 가스가격은 최소 2배 차이

- 미국에서 지난 10년간 발전용 대비 가정용 가스가격은 평균 2.7배
- 국내는 가스공사를 통해 인위적으로 비용배분: 발전용-가정용 유사수준

가스공사를 통한 발전·가정 부문간 교차보조 효과

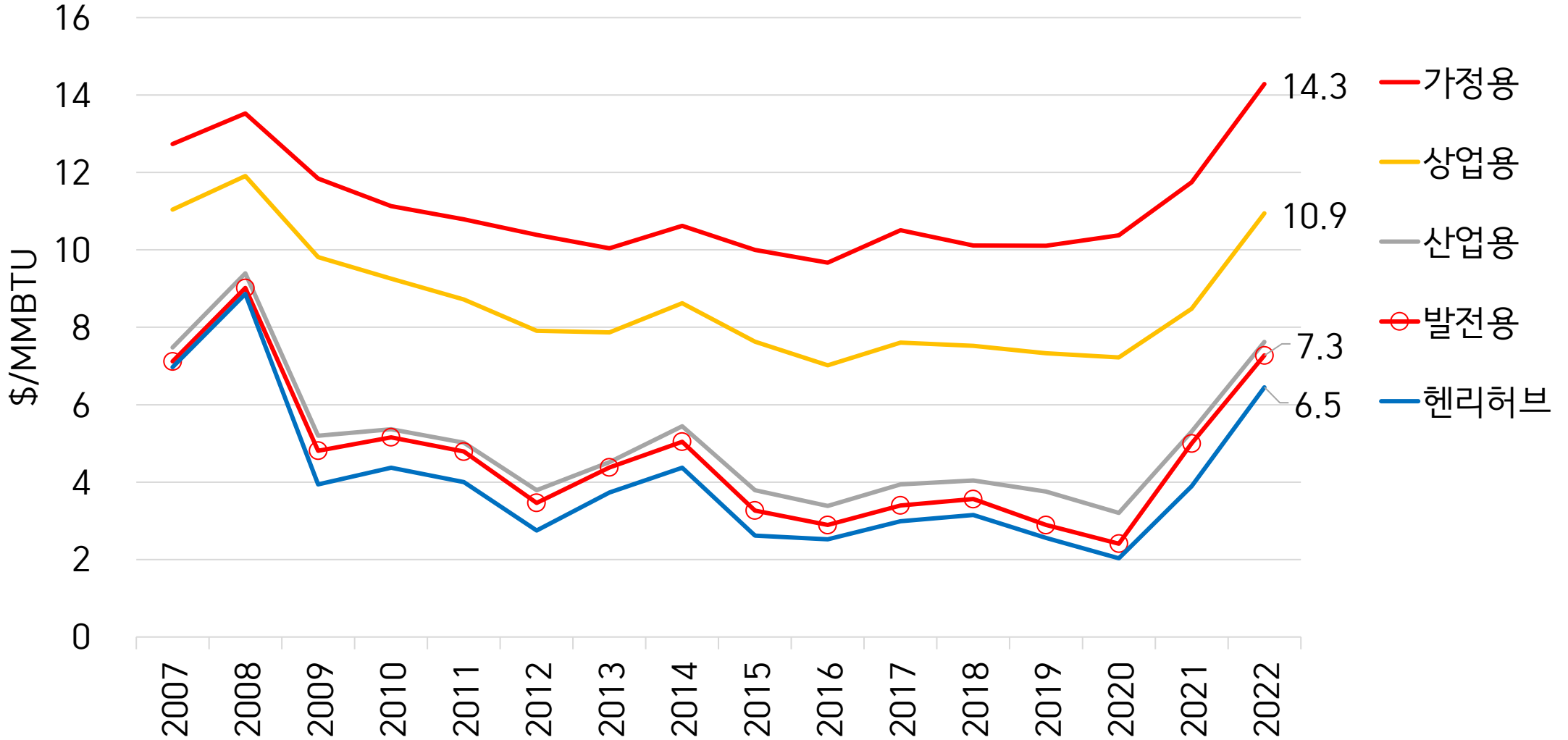
-발전용 대비 가정용 천연가스 상대가격 미국: 2.6배, 한국: 1.1배(2007~'22)



참고: 미국 에너지정보청(US EIA) 연·월간 용도별 천연가스가격, 한국가스공사 사업보고서 각년도, 2023년은 1,2월 실적

미국의 용도별 천연가스가격 실적비교

-용도별 공급비용(계절간 수요격차, 구매규모, 영업비용 등)에 따라 시장가격 차등화



참고: <US EIA> 'US Natural Gas Prices' 연간실적자료를 연간 용도별 열량계수(BTU/ft3)를 적용해 환산

발전-가정용 가스간 횡적보조, '아랫돌 빼서 윗돌 괴기'

- 가스공사의 인위적 비용 배분을 통한 발전용-가정용간 횡적보조는 결국 도매전기요금의 폭등과 한전의 적자로 누적
- 가스소비자 지원을 위해 전기소비자들이 추가비용을 치르는 셈
 - 전기보급률 100%, 가스난방보급률 70%(취사전용포함 85%)라는 점에서 등유·LPG난방을 하는 지방 전기소비자가 수도권 가스난방가구를 보조
- 이명박정부의 2008년 가정용 가스요금 억제와 비용전가 사례
 - 가정용 가스비용 상승분을 발전용에 전가, 한전 2.8조원 적자
- 가정용 도시가스 미수금도 2~3년내 지불해야 하므로 '조삼모사'
 - 가스공사의 2008-'09년 가정용가스 미수금 2.8조원도 결국 2014년까지 63% 요금인상으로 회수 (13.6원->22.2원/MJ)

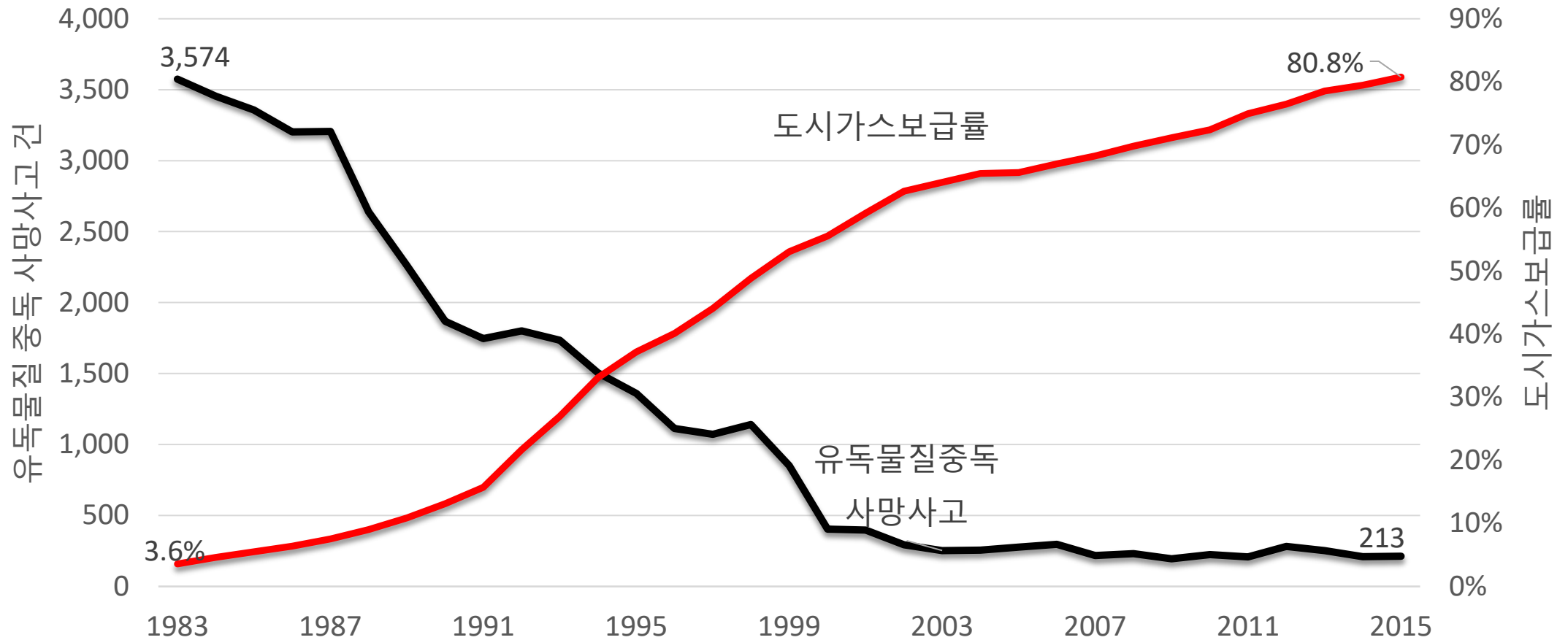
가스공사설립의 배경, 성과, 문제

- 연탄가스중독사고 저감책으로 1980년대 전두환정부에 의해 한전에서 분리해 설립
- 도시가스로의 신속한 전환을 위해 한전에게 도시가스비용을 전가해 세계최고 보급률 달성
- 가스공사의 역사적 역할 종료, 도시가스 수요관리를 위해 경쟁시장체제로 전환 필요

	도시가스보급률			산림/국토면적 비율
	1998년	2016년	2021년	(가스배관 설치비와 반비례)
네덜란드	97.0%	95%	세계 1위 (95%)	11.2%
영국	81.9%	86%	세계 공동2위 (85%)	13.0%
한국	49.0%	82%	세계 공동2위 (85%)	63.4%
이태리	69.6%	82%	2016년 수준 유지	31.6%
벨기에	55.1%	69%		22.6%
미국	-	58%		33.9%
일본	-	55%		68.5%
독일	42.0%	52%		32.7%

참조: 한국도시가스협회, 일본도시가스협회, Griffin, H. 2000, BEIS 2017-2021, US EIA 2017-2020, Baratto, L. 2017

-1980년대 연 3천여명의 유독물중독사망사고 주요인은 연탄이었으나,
도시가스보급 확대로 2000년대들어 연간 약 2백명으로 급감



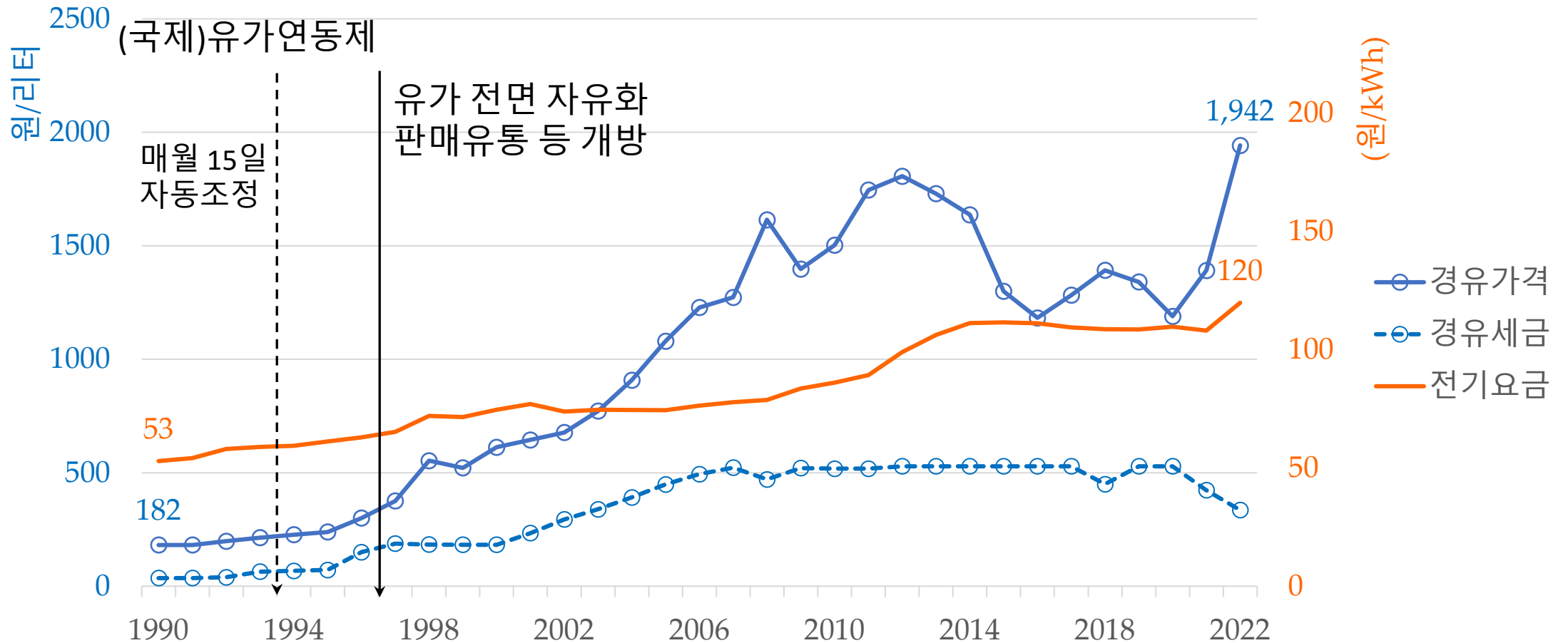
참조: 통계청, 도시가스협회

국내 유가자유화(1997) 사례 참고 필요

- 걸프전(1990~) 당시 국제유가가 폭등하였으나, 국내 유가는 <석유사업법>의 '최고가격 고시제'로 인해 연간 고정가격 유지
 - 이로 인해 당시 정유업체들은 막대한 손실, 1992년말 정유사 미보전 손실액만 4,770억원(현재가치로 약 1조1천억원)
 - 국제유가 미반영과 가격왜곡으로 국내 휘발유, 경유 수요 폭증
- 결국 당시 정부는 유가의 최고가격 고시제를 폐지하고, 유가연동제의 적응기(1994-'96)를 거친후 유가 전면자유화(1997), 유류판매유통 자유화를 통해 시장에 의한 수요관리 추진

국내 유가 자유화이후 경유가격 변화추세

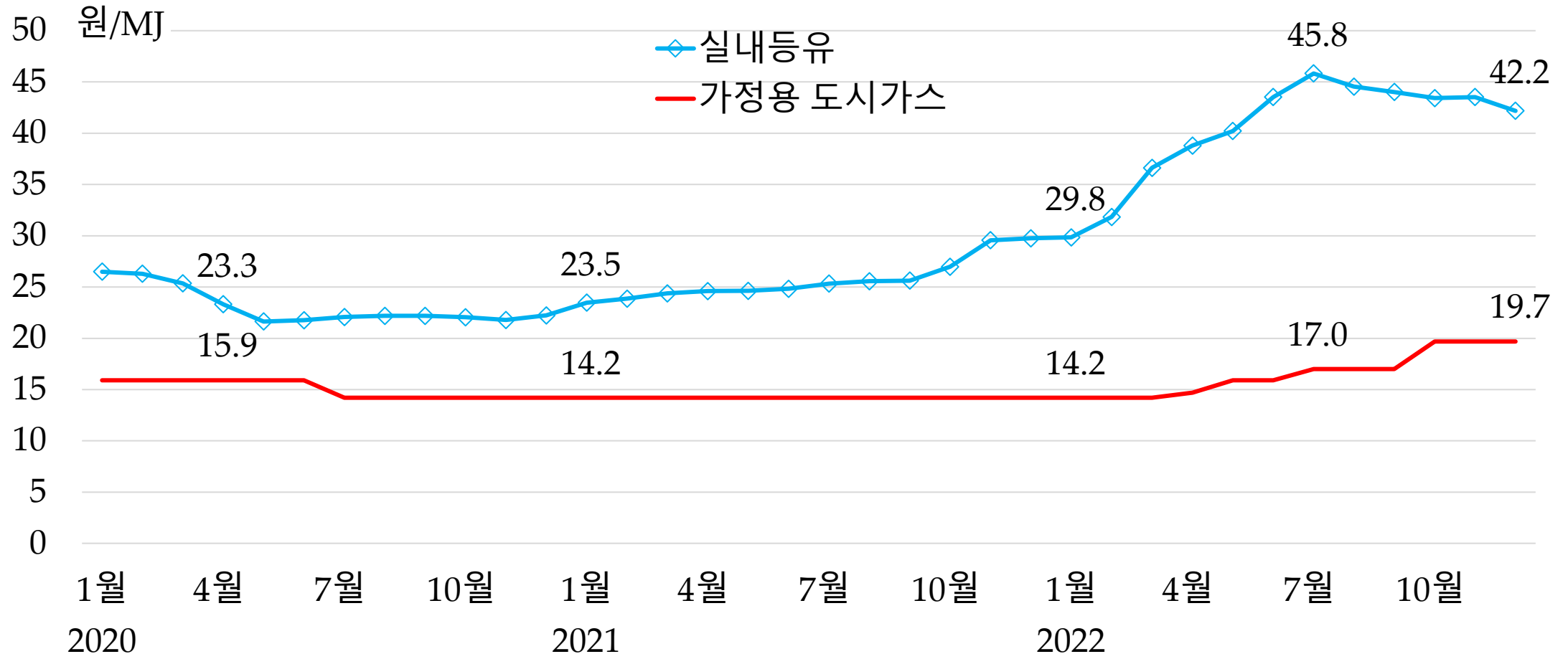
-자유화후 20년간 경유가격은 10배 상승했으나, 소비자들은 요금변동에 적응



출처: 오피넷, 한국전력통계 각년도 평균전력요금(명목요금)

“난방비논란”에서 가려진 200만 등유난방가구

-열량기준 도시가스 대비 실내등유가격 2배



참고: 에너지경제연구원 에너지통계월보, 오피넷

4. 시사점 및 제안

가스공사체제와 국내 도시가스시장 한계 도달

- 발전, 지역난방, 산업부문에 비용을 전가해 주택용 도시가스의 공급비용을 절감하는 방식은 한계에 도달
 - 가스공사의 적자는 물론, 도시가스 비용을 전가해온 전력부문 전체의 재정적 위기로 인해 수년내 전력 및 가스시장 구조개편 불가피
- 경쟁시장에 의한 국내 주택용 도시가스 비용에 대한 재평가시 소비자요금 대폭 인상 불가피
- 향후 4년간 유럽의 LNG 사재기와 탄소중립압력도 변화요구
- 1980~90년대 연탄/도시가스 연료전환 사례와 같은 대변화 필요

난방비논란과 전기·도시가스 요금문제

- 미증유의 에너지위기에서 전기, 가스 요금할인을 지속할 경우 국가적 위기 자초, 탄소중립 정책 역행
- 에너지요금 할인은 복지정책과 달리 소득역진성이 강함
 - 이집트 에너지요금할인(2013), 소득상위20%에 하위20%의 8배 혜택 지원
 - 국내 농사용 전기요금(2021), 전체 농가 2백만호(계량기기준)중 8천호(0.4%)의 기업농(계약용량 300kW이상)에게 총 할인혜택의 40%(4,733억원) 지원
- 전기, 가스는 “공공재”가 아니라, 희소한 시장재임
 - 전기·가스는 경쟁도입과 원가반영을 통한 가격의 수요관리기능 회복
 - 정부는 에너지재난 지원금 조성을 통해 제 역할을 해야

결론 및 제안

- 국내 히트펌프 적용은 기술적 문제 이전에 기존 '탈연탄 연료전환 가스가격 보조정책' 일몰이 선행되어야 실행가능
 - 가스·전력 시장개방·경쟁도입, 도시가스사업자는 전력시장 참여독려
- 온수탱크의 아파트 설치 한계 고려, 공기열원 히트펌프와 가스보일러 하이브리드형으로 가스난방 수요 점진적 저감
 - 국내 가전사들의 냉·난방 시스템 에어컨의 COP성능 표준 강화 필요
 - 히트펌프의 핵심기술인 압축기의 인버터제어를 통한 효율개선 필요
- 가구유형별로는 단독주택 등에서 먼저 본격적인 히트펌프(Air-to-Water 포함) 지원정책 검토 필요
- 제조업종 및 지역난방 아파트는 대형 수열·지열 히트펌프로 전환