

테크기업 파워게임

동아시아 전자산업 공급망의
재생 에너지 채택에 대한 비용-편익 분석

저자

리양 동 Liang Dong, 카트린 우 Katrin Wu

지원

우 코코 Coco Wu, 에린 뉴포트 Erin Newport, 왕 지아오 Jiao Wang,
팡 리디아 Lydia Fang, 양 연호 Yeonho Yang, 잉 유안 Yuan Ying

편집

캐서린 밀러 Kathryn Miller

면책조항

이 보고서는 영어로 작성되었으며 이후 중국어와 한국어로 번역되었습니다. 원본과 번역본 사이에 의미가 일치하지 않는 부분이 있다면, 영어 원본을 기준으로 삼아야 합니다.

이 보고서는 참조 및 정보 공유, 환경 보호에 관한 광범위한 공익 목적으로만 이용할 수 있습니다.

그린피스는 투자 또는 기타 의사 결정 과정에 이 보고서를 이용함으로써 발생하는 문제에 대해 어떠한 책임도 지지 않습니다.

이 보고서는 공개적으로 이용할 수 있는 정보, 또는 각 기업이 공식적으로 공시한 정보를 기반으로 작성되었습니다.

그린피스는 해당 정보를 독자적인 방법으로 입수했으며, 이 보고서에 포함된 정보의 연관성이나 정확성을 보장하지 않습니다.

목차

04 요약

05 도입

06 주요 내용

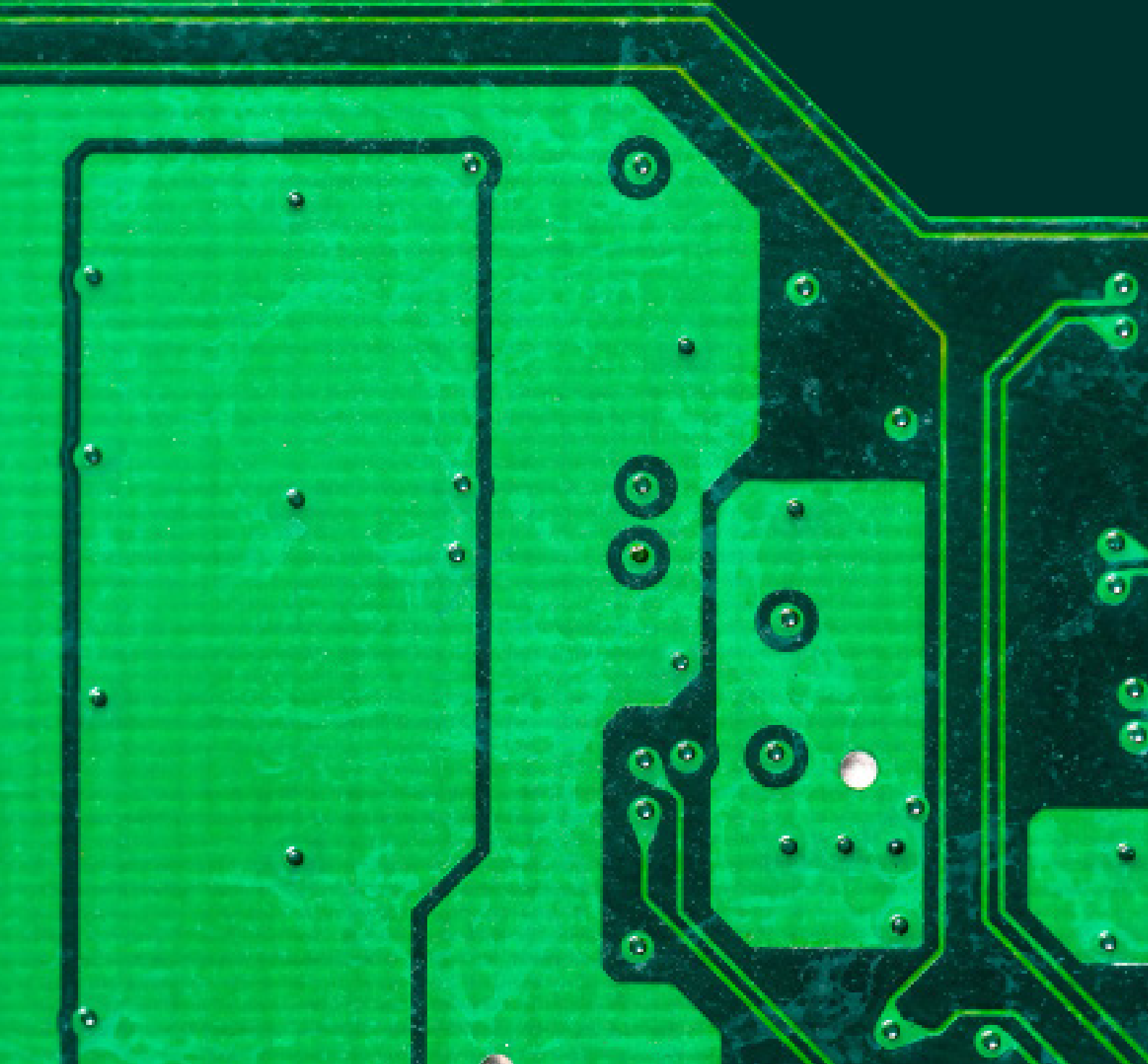
08 화석연료의 비용 상승

11 방법론 및 데이터

19 기업별 결과

34 부록

요약



도입

최근 몇 년간, 전자산업 공급망에서 배출되는 온실가스 배출량이 급증했다. 인공지능(AI), 첨단 반도체 제조, 사물인터넷(IoT) 등의 확대에 의해 전자산업은 전 세계에서 가장 빠르게 전력 소비량이 늘어나는 분야가 됐다.¹ 2030년이 되면 반도체 제조업에서 소비되는 전력량만 237테라와트시(TWh)에 이를 것으로 예측된다. 이는 호주의 연간 전력 소비량과 맞먹는 양이다.^{2,3}

전자산업의 막대한 탄소발자국에 대한 대응으로, 각 소비자 가전 브랜드와 공급업체들은 자사의 운영에 필요한 전력을 100% 재생에너지로 조달하겠다는 약속을 내놓기 시작했다. 그러나 100% 재생에너지 목표의 달성 시점은 기업별로 차이가 있다. 애플이나 마이크로소프트⁴, 구글처럼 소비자와 직접 대면하는 브랜드는 이미 자체 사업장에서 100% 재생에너지 전력 사용 목표를 달성했다.

반면, TSMC, 폭스콘, 삼성전자와 같은 주요 전자부품 공급업체들의 태도는 미온적이다. 이들 업체는 일러야 2040년에야 100% 재생에너지 전력 사용 목표를 달성하겠다고 약속했다.⁵

오랫동안 과감한 기후 목표와 사업의 목표는 상충한다는 인식이 퍼져 있었다.⁶ 그러나 2050년까지의 에너지, 탄소, 오염 비용에 대한 분석을 종합해 보면, 상황을 다르게 바라보게 된다. 화석연료 사용에 따라 예상되는 비용 증가는 기후 목표가 기업의 경제성을 저해한다는 인식을 무너뜨린다. 오히려 이번 연구 결과에 따르면, 2030년까지 100% 재생에너지 전력 사용 목표를 이룬 전자 제조업체가 경쟁사에 비해 경쟁 우위를 가지는 것으로 나타났다.

보고서의 범위

이번 연구에서 우리는 동아시아 13개 주요 전자 기업의 재생에너지 경로에 대한 비용편익 분석을 실시했다. 해당 기업은 TSMC, 삼성전자, SK하이닉스, 입신정밀, 고어텍, 폭스콘, 페가트론, 삼성디스플레이, LG디스플레이, AUO, BOE, UMC, 이노룩스 등이며, 각 사의 제조 단계에 중점을 두고 분석했다. 2022년 기준으로 각 기업이 약속한 재생에너지 목표를 기존 사업 관행 유지(BAU·business as usual) 시나리오로,⁷ 그리고 2030년까지 100% 재생에너지 전력 사용 달성 목표를 RE 시나리오로 설정했다. 두 가지 시나리오에 따른 비용편익을 비교함과 동시에, 100% 재생에너지로의 전환 시나리오하에서 탄소 저감 및 비용 절감 효과를 분석했다.

1 Greenpeace (2023). Supply Change. Retrieved May 20, 2024, from https://www.greenpeace.org/static/planet4-eastasia-stateless/2023/04/620390b7-greenpeace_energy_consumption_report.pdf?_ga=2.13781943.1429922343.1696731374-156585249.1681783107

2 <https://www.iea.org/countries/australia> 호주의 2021년 전력 소비량 기준. 2023년 국제에너지기구(IEA). 호주 데이터 탐색, 검색일자: 2024년 5월 20일.

3 호주의 2021년 전력 소비량 기준. 자료 출처: 위와 같음

4 Microsoft (2024). 2024 Environment Sustainability Report. Retrieved May 20, 2024, from <https://query.prod.cms.rt.microsoft.com/cms/api/am/binary/RW1lhhu>

5 Greenpeace (2022). Supply Change. Retrieved May 20, 2024, from <https://www.greenpeace.org/static/planet4-eastasia-stateless/2022/10/89382b33-supplychange.pdf>

6 Ip (2023). Why No One Wants to Pay for the Green Transition. Retrieved May 20, 2024, from <https://www.wsj.com/business/autos/why-no-one-wants-to-pay-for-the-green-transition-aed6ba74>

7 2024년 5월 기준으로 글로벌 100% 재생에너지 목표를 발표하지 않은 기업에 대해서는, 2022년 재생에너지 비중 또는 재생에너지 목표 중간치가 2050년 시나리오에 적용됐다.

주요 내용

이번 연구에 따르면, 동아시아의 주요 전자 공급업체들은 2030년까지 100% 재생에너지 전력 사용 목표를 달성함으로써 경쟁력을 확보할 것으로 보인다. 만약 분석 대상 13개 기업이 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룬다면, 각 사는 8700만~124억 4500만 달러의 이익을 얻을 수 있을 것으로 예측된다. 이러한 효과는 화석연료 에너지의 가격 상승을 피하고, 탄소세 등의 잠재적인 환경 비용을 절감하는 데서 비롯된다.

또한 기업은 재생에너지 전력 비용의 감소로 이익을 얻을 수 있으며, 인간의 건강, 농업 생산성 및 생물 다양성에 부정적인 영향을 미치는 오염 및 유해한 배출물 생산을 중단함으로써 사회에 도움이 될 것이다. 수 세기에 걸친 화석 연료 연소가 지구 기후와 기상 시스템에 미친 영향으로는 홍수, 폭염, 산불과 같은 극한 현상의 빈도와 심각성 증가가 있으며, 이는 향후 수십 년 동안에도 계속될 것으로 예상된다. 하지만 2030년까지 석탄, 석유, 가스 연소를 중단하면 미래의 기후 관련 재난의 심각성을 완화하는 데 도움이 될 것이다.

재생에너지로의 전환은 환경적 측면에서도 큰 이익을 가져다준다. 분석 대상 13개 기업이 모두 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룬다면, 이들 업체의 온실가스 감축량은 총 2억 3160만톤에 이를 것이다. 이러한 감축량은 2022년 네덜란드의 연간 총 배출량(1억 6785만 톤)을 상당히 넘어서는 규모다.⁸

재생 에너지로의 전환은 잠재적으로 기업에 재정적 이익을 가져다 줄 수 있다. 13개 제조업체가 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 달성한다면, 이들 업체는 총 201억 2000만 달러의 비용을 절감할 수 있을 것이다.

이 보고서에서 분석한 13개 기업 중 삼성전자가 재생에너지

도입을 통해 가장 큰 배출량 감축과 비용 절감을 달성할 수 있는 것으로 나타났다. 삼성전자가 2030년 100% 재생에너지 전환을 달성할 경우 감축하게 되는 온실가스는 1억 6196만 톤으로 2022년 칠레의 연간 총배출량(1억 3701만 톤)보다 많은 양이다. 또한 삼성전자가 2030년까지 100%로 재생 에너지를 전환하여 절감하게 되는 비용은 124억 4500만 달러에 이를 것으로 예측된다.

현재 13개 제조업체 중 재생 에너지 사용 비율이 2022년 0.15%로 가장 낮은 유나이티드 마이크로일렉트로닉스 코퍼레이션(United Microelectronics Corporation, 이하 UMC)는 재생 에너지 도입을 가속화해야 한다. UMC는 2030년까지 재생 에너지 100%를 달성하면 1억 5015만 달러를 절약할 수 있다.

<표1>은 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룸으로써 13개사가 각각 얻게 될 경제적 절감 효과와 잠재적 배출량 감축을 보여준다.

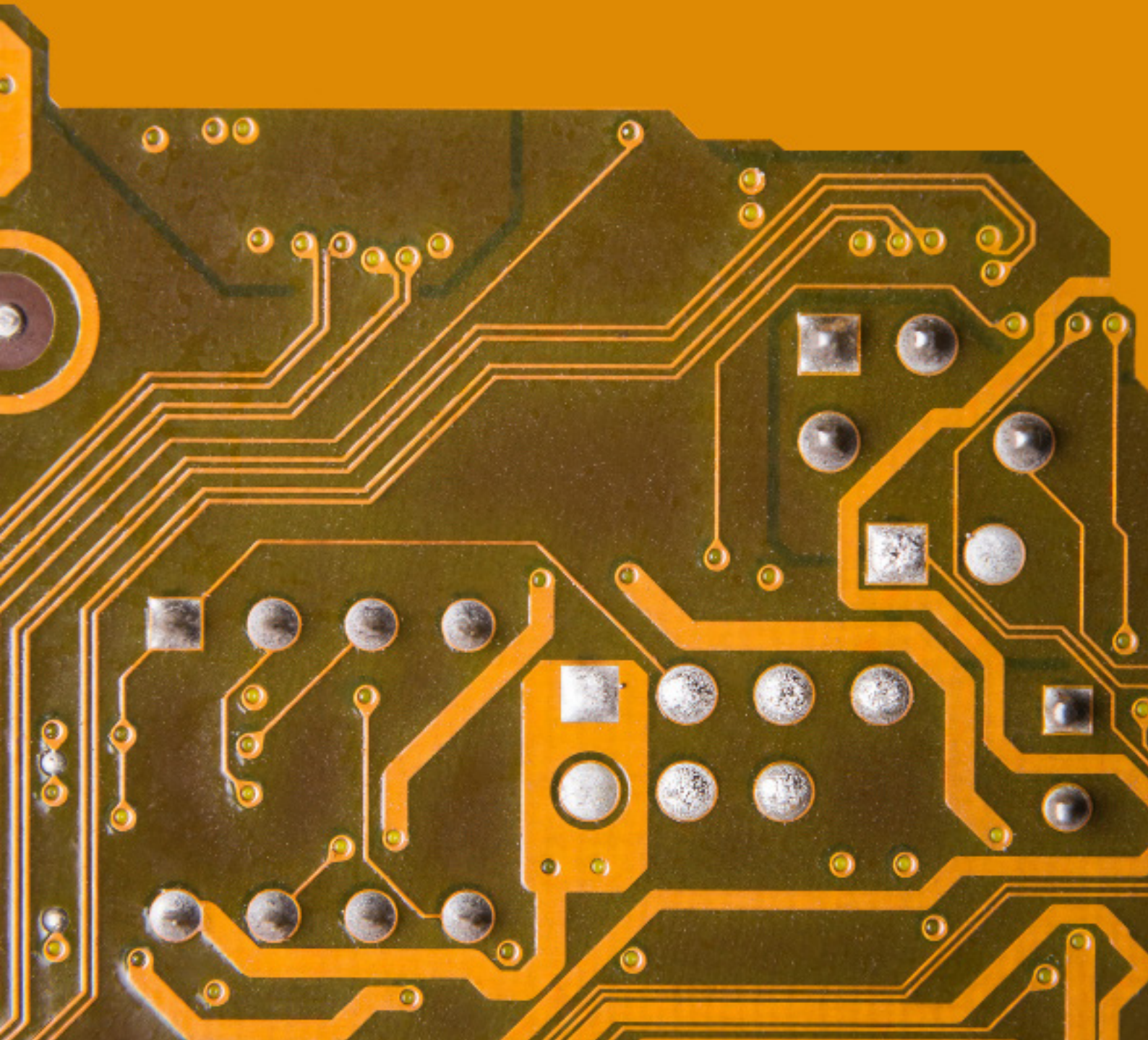
8 European Commission (2023). GHG emissions of all world countries. Retrieved May 20, 2024, from https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023

표 1.

2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룸으로써 각사가 얻을 잠재적 배출량 감축 및 경제적 비용 절감 효과 요약.

기업	배출량 감축 (단위: 온실가스 100만 톤)	경제적 절감 (단위: 100만 달러)
	10.22	540.92
SAMSUNG	148.59	12445.09
	12.80	1833.27
	5.27	351.98
Goertek	0.77	87.42
	3.61	569.14
PEGATRON	0.55	127.37
	10.90	1491.86
	6.47	1321.43
BOE	7.91	595.82
	3.66	273.69
UMC	3.54	195.15
	3.94	294.93

화석연료의 비용 상승



화석연료의 비용 상승

전 세계적으로 재생에너지는 가장 값싼 에너지가 돼 가고 있다. 2022년 신규로 운영에 들어간 발전소 규모의 재생에너지 프로젝트의 균등화발전비용(LCOE)은 전년보다 감소했다.⁹ 2023년 아시아태평양 지역의 유틸리티 규모의 태양광 발전 LCOE는 평균 23% 하락했으며, 이는 천연가스와 석탄 같은 화석연료의 상대적인 비용 부담을 더 크게 만들고 있다.¹⁰

<그림1>은 전자 부문에 대한 환경 규제 강화, 특히 2050년까지 예상되는 탄소 가격 상승에서 비롯된 비용 증가를 보여준다. 기업들은 재생에너지로 전환함으로써 이러한 비용 부담을 피하고, 비용편익 비율을 최적화할 수 있다.

또한 전 세계적으로 탄소 배출권 거래 가격은 2022~2026년에 비해 2026~2030년 보다 큰 폭으로 상승할 것으로 예측된다. 유럽연합 배출권 거래 시스템(EU ETS)의 평균 탄소 가격은 2022~2025년 1톤당 84.4유로 수준을 유지하다가, 2026~2030년 그 가격은 1톤당 거의 100유로로 인상될 것으로 예상된다.¹¹

전 세계적으로 탄소 감축을 위한 규제 압박 또한 강화되고 있다. 각국 정부는 엄격한 배출 규제를 시행하고 재생에너지 채택에 대한 인센티브를 제공 중이다. 재생에너지로의 전환을 적극적으로 모색하는 기업일수록 새로운 규제에 적응하고, 잠재적인 불이익을 피할 수 있을 것이다. 또한 정부의 인센티브 혜택을 받아 전반적인 시장 경쟁력을 향상시키게 될 것이다.

9 <https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022#:~:text=For%20newly%20commissioned%20onshore%20wind,2022%20to%20USD%200.049%2FkWh.>

10 <https://www.woodmac.com/press-releases/asia-lcoe/>

11 <https://www.statista.com/statistics/1334906/average-carbon-price-projections-worldwide-by-region/>

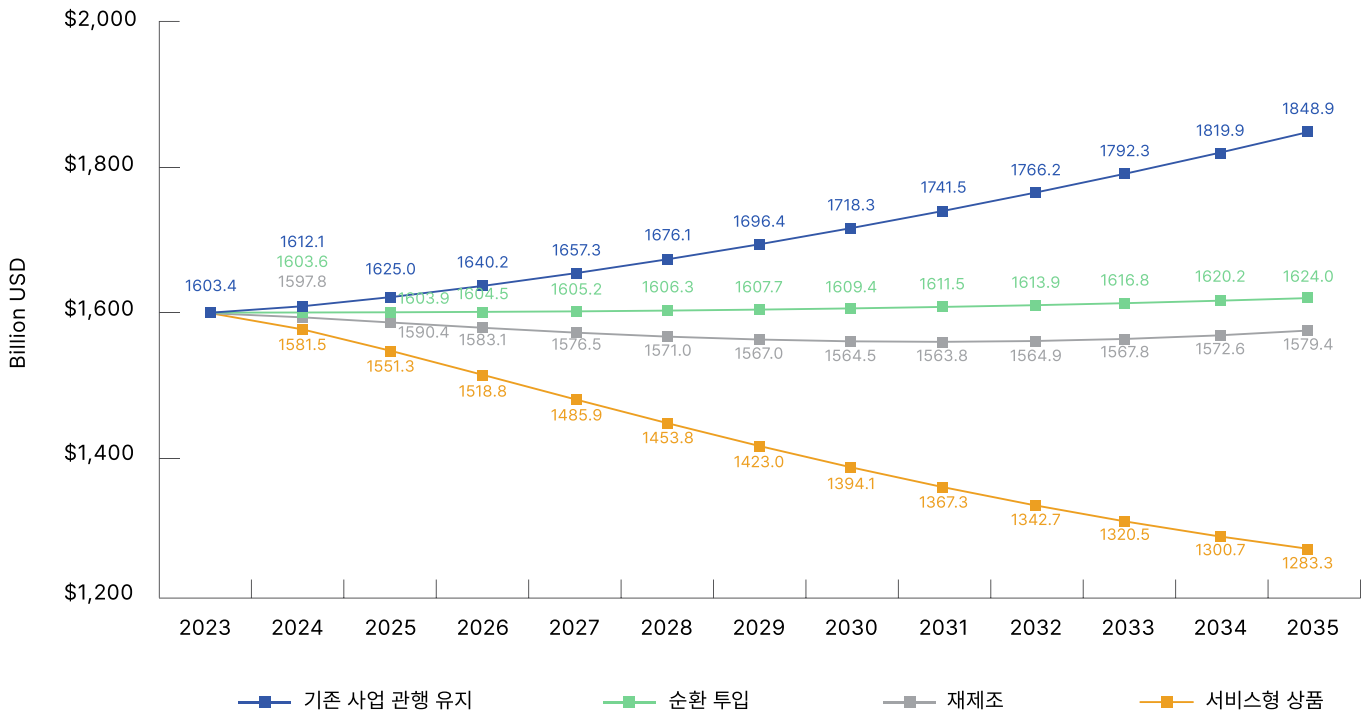


그림 1. 전자산업의 환경 관련 규제 강화에 따른 비용 증대 예상. PaaS(Product-as-a-service): 서비스형 제품 출처: PWC, 2023년¹²

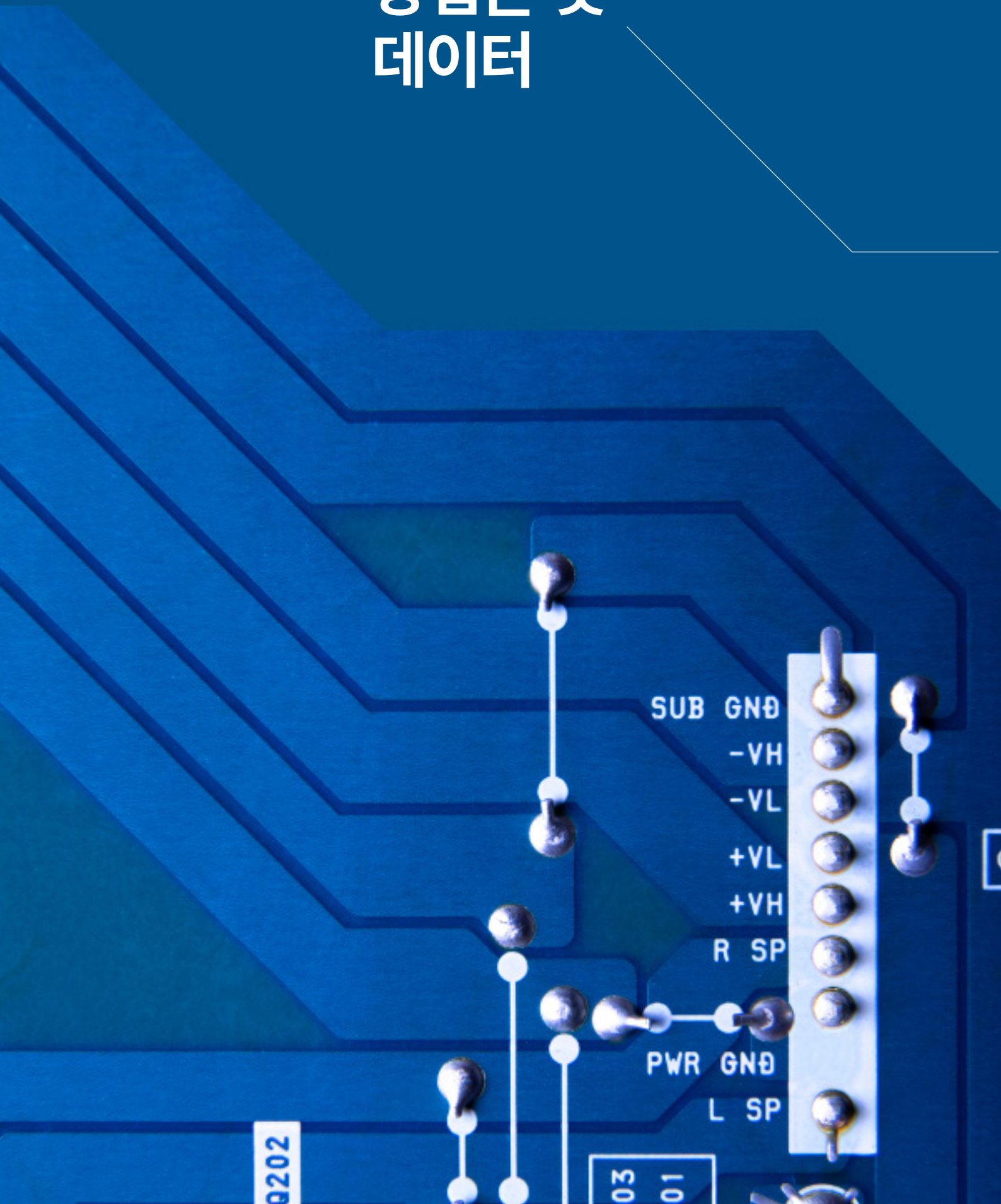
게다가, 공시 및 감사 도구의 강화로 인해 기업이 부담해야 할 기후 관련 비용이 증가될 가능성이 있다. 환경과 관련해 국제적으로 권위 있는 감사 기구, 이니셔티브 등이 전자산업에 요구하는 바가 많아지고 있다. 그 사례는 다음과 같다.

- ISO 14001
- 글로벌보고이니셔티브(GRI) G3 가이드라인
- 유엔 글로벌컴팩트
- 사회적 책임을 위한 SA 8000
- 기업의 사회적 책임 준수에 관한 행동 강령
- 자산업 시민연대(EICC)
- RE100
- 기후 관련 금융 공시 태스크포스(TCFD)

감사, 기업 공시, 기후 관련 규제 등과 관련한 비용이 상승함에 따라, 100% 재생에너지로의 전환 약속은 규제에 따른 비용을 피하고, 에너지 비용을 절감해 기업 경쟁력을 강화하는 수단으로 인식되고 있다.

12 PWC, 2023. Future Proofing the Electronics Industry: The case for circular business models

방법론 및 데이터



공급망 친환경 경쟁력의 정의 및 지표

이 연구는 100% 재생에너지를 채택함으로써 얻는 경쟁력 제고 효과를 보여주기 위해 비용편익분석(CBA)을 사용한다.¹³

각 이해관계자 및 정책 입안자들에게 간결하고 명확한 정보를 제공하기 위해, 이 연구는 공급망의 경쟁력을 에너지 및 관련 배출량과 오염에 초점을 맞춰 편익과 비용의 비율로 정의한다. 그 식은 다음과 같다.

$$\text{공급망경쟁력} = \frac{\text{편익}}{\text{비용}}$$

위에 설명한 이론과 지표에 기반해, 우리는 기업의 재생에너지(RE) 전환에 관한 비용편익 분석 결과를 보여주는 공급망 친환경 경쟁력 지수(SCEC)를 개발했다. <표2>는 SCEC를 계산하는데 이용된 지표와 그것을 계산하는 방법을 요약한 것이다. 우리는 분석 대상 기업의 제조 과정에서 발생하는 자원 및 에너지 소비, 온실가스 배출, 대기 오염물질, 그리고 기업의 수익을 바탕으로 비용편익을 계산하는 데 초점을 뒀다. 한 기업이 여러 시장에서 사업을 운영하는 경우, 각각의 지표를 계산함에 있어 현지화된 값을 고려했다.

비용과 편익은 다시 두 가지 범주로 나뉘어서 살펴볼 수 있다.

(i)경제적 측면, 그리고 (ii)환경 및 사회적 측면이 그것이다. 서로 다른 비용편익 지표의 가치 측정을 위해 가치 평가 방법이 사용됐다.

• 경제적 측면

경제적 편익과 관련해, 우리는 기업의 경제적 이익을 보여주는 지표로 수익을 선택했다. 비용 지표로는 화석연료 기반의 전력과 재생에너지 전력을 포함한 에너지 구매 비용을 선택했다.

• 환경 및 사회적 측면

이 연구에서는 환경 오염과 자원 고갈로 인한 사회적 비용을 평가하기 위해 환경적 편익과 손실(EP&L) 개념을 참고했다.¹³ 오염물질과 온실가스 배출로 인한 사회적 비용을 측정하는 도구로서 배출권거래시스템(ETS)의 시장 가격과 같은 지표를 채택, 관련한 환경 영향에서 파생되는 사회적 비용을 정량화했다. 주요 고려 사항은 온실가스와 대기 오염물질이다. 대기 오염물질은 적용 가능한 데이터가 있는 경우에만 평가에 반영했다.

13 Ecochain (2023).What's an Environmental Profit & Loss account? And how do companies use it?. Retrieved May 20, 2024, from <https://ecochain.com/blog/what-is-anenvironmental-profit-and-loss-account/>

표 2. 공급망의 친환경 경쟁력 지수(SCEC) 계산을 위한 지표 요약.

지표	단위	계산 및 데이터 수집 방식
수익 (a)	10억 달러	기업의 지속가능성 보고서
전력 소비 (b)	GWh	기업의 지속가능성 보고서
재생에너지 사용량 (c)	%	재생 에너지 목표
화석연료 전력 가격 (d)	달러/MWh	통계 또는 문헌자료
화석연료 전력 비용 (e)	100만 달러	$=b*(1-RE%)*d$
재생에너지 전력 비용 (f)	달러/MWh	통계 또는 문헌자료
재생에너지 비용 (g)	100만 달러	$=b*(RE%)*f$
전체 에너지 비용 (h)	100만 달러	$=e+g$
온실가스 배출량 (i)	t	$=b*(1-재생에너지 기반 전력 비중%)* (화석연료 기반 전력의 탄소집약도)+b*(재생에너지 기반 전력 비중%)*(화석연료 기반 전력의 탄소집약도 (ton/kWh))$
온실가스 가격 (j)	달러/t	배출권 거래 시스템(ETS) 시장 가격
온실가스 비용 (k)	100만 달러	$=i*j/1000000$
환경 및 사회적 비용 (m)	100만 달러	$=k$
수익 (a)	10억 달러	$=a$
총 비용 (TC)	10억 달러	$=(h+m)/1000$
SCEC index	-	$=a/TC$

화석연료 기반 전력(FE)과 재생에너지 기반 전력(RE)의 탄소집약도는 각 전력 시스템의 수명주기 평가(그림2), 그리고 수명주기에 따른 투입량 및 산출량을 계산하는 공정 균형 모델을 바탕으로 추정할 수 있다(그림3). 관련한 데이터는 기술 보고서 및 논문에서 얻을 수 있다.

부록에는 다양한 전력원별로 탄소 배출 강도가 나열돼 있다.

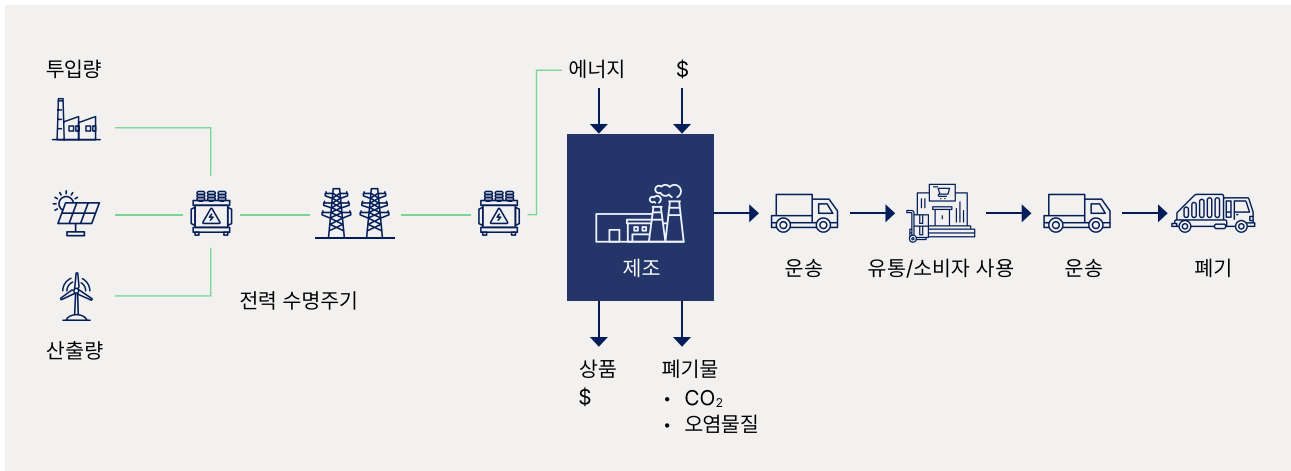


그림 2.

이 도식은 전자산업의 수명주기에 기반한 이 연구의 범위와 전력의 탄소 배출량을 계산하는 개요를 보여준다.

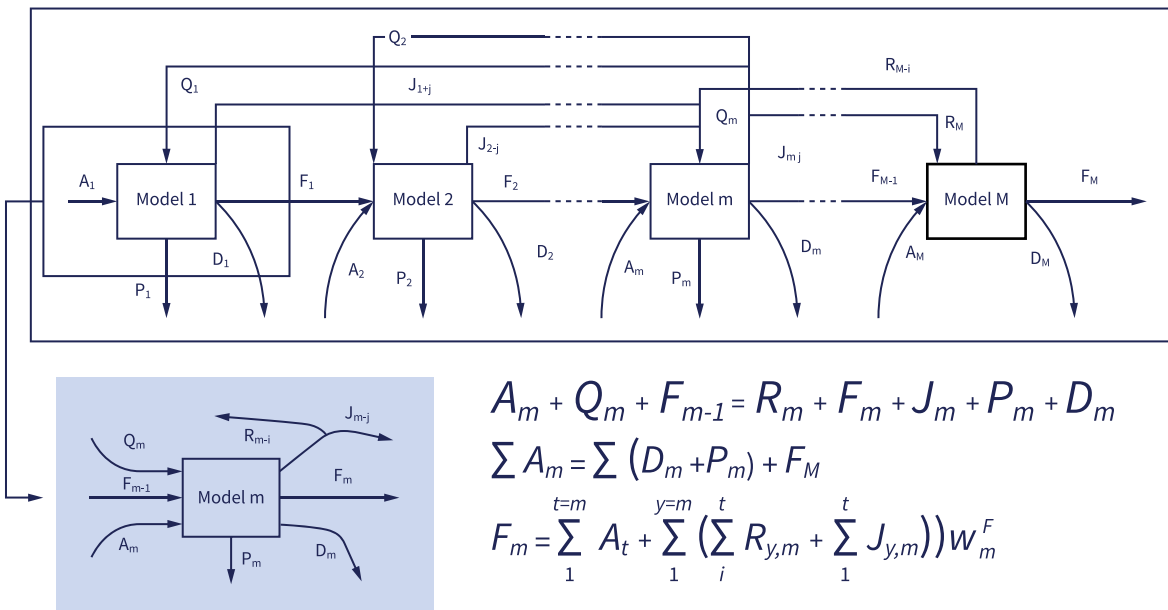


그림 3.

각 수명주기별 평가치를 계산하는 데 이용된 공정 균형 모델.

데이터 및 자료

환경 데이터

2050년까지의 글로벌 화석연료 기반 전력 가격과 재생에너지 기반 전력 가격은 부록에 수록된 <그림 S-1> ~ <그림 S-4>에 요약돼 있다. 화석연료 및 재생에너지 전력의 수명주기에 따른 탄소 집약도를 요약한 데이터는 <그림 S-5>에 있다. 보고서 작성 시점의 글로벌 ETS 시장 가격에 기반한 탄소 가격은 <그림 S-3>에서 확인할 수 있다.

지역별 시장 가격을 벤치마크 값으로 설정했다. 2022년부터 2050년까지 전 세계 화석연료 기반 전력 및 재생에너지 전력 가격의 변화를 반영하기 위해, 화석 및 재생에너지(태양광, 풍력) 전력의 균등화발전비용(LCOE) 추세를 적용했다.

시장의 상황을 보다 정확히 반영하기 위해, 화석연료 전력 가격과 재생에너지 전력 가격을 다음과 같이 처리했다.

표 3.
전 세계 예상 전력 가격 (달러/MWh)

		2022	2025	2030	2050
중국 본토	석탄화력	91	90	90	88
	재생에너지	66	48	31	22
한국&일본	천연가스	128	134	140	152
	재생에너지	85	62	40	28
유럽	천연가스	190	200	207	226
	재생에너지	52	36	24	17
북미	천연가스	67	70	73	80
	재생에너지	50	37	24	17
대만	천연가스	103	109	113	123
	재생에너지	173	126	81	57
기타 지역	천연가스	107	112	117	127
	재생에너지	70	51	33	23

출처: 부록 참조.

표 4.
지역별 예상 탄소 가격 (달러/톤)

	2020	2025	2030	2040	2050
유럽 ETS	93	93	110	144	179
영국 ETS	87	87	102	132	161
중국 ETS	30	30	45	73	102
뉴질랜드 ETS	50	50	63	90	117
한국 ETS	43	43	58	89	119
RGGI**	35	35	50	80	110
WCI (캘리포니아-퀘벡)	43	43	57	84	111
글로벌이미션오프셋 (GEO)	22	22	32	52	72

출처: IETA; PwC UK, 2023년. 스테이티스타 데이터베이스(www.statista.com)에서 확인 가능.

전자 기업

세계 유수의 소비자 전자 브랜드에 납품하는 동아시아 대형 공급업체 13곳(TSMC, 삼성전자, SK하이닉스, 입신정밀, 고어텍, 폭스콘, 페가트론, 삼성디스플레이, LG디스플레이, BOE, AUO, UMC, 이노룩스)을 평가 대상 기업으로 선정해 제조 단계에 중점을 두고 각각의 SCEC 지수를 산출했다. 기업의 스코프 3 배출량도 계산에 포함되었다.^{14,15} 주요 데이터 출처는 각 기업의 지속가능성 보고서, ESG 보고서, TCFD 보고서이다. 비교를 위한 기준 시점은 2022년으로 설정했다.

재생에너지 시나리오

<표4>에 요약돼 있는 것처럼, 평가 대상 13개 기업은 대부분 RE100 이니셔티브에 가입하고 재생에너지 관련 목표를 설정했다. 100% 재생에너지 목표와 관련한 구체적인 자료는 <표5>에서 확인할 수 있다.

앞서 설명한 바와 같이 2022년을 비교 기준 시점으로 설정했는데, 이는 일부 기업이 2024년 보고서를 발표하기 전까지는 2023년 자료를 공개하지 않기 때문이다. 각 기업이 약속한 재생에너지 목표를 기존 사업 관행 유지(BAU) 시나리오로 사용했으며, 2023년까지 재생에너지 이용률 100%를 달성하는 것을 진전된 100% RE 시나리오로 설정했다. 각 시나리오별 비용편익을 비교했다. 2022년 평가치는 각 기업이 보고한 에너지 소비 현황을 기준으로 계산했다.

BAU 시나리오에 따른 분석은 다음과 같은 상황을 가정했다.

- (1) 100% 재생에너지 약속을 하지 않은 기업의 경우, 2022년 재생에너지 비율을 2050년 전망치로 이용했다.
- (2) 중간 수준의 재생에너지 목표를 갖고 있지만 100% RE를 약속하지 않은 기업의 경우, 해당 기업의 2050년까지 목표 수준도 중간치로 가정했다.

14 기업 기초 데이터는 각 사에 확인 절차를 거쳤다.

15 BOE, 고어텍, 폭스콘은 그린피스의 데이터 검증 요청에 응하지 않았다.

표 5.
분석 대상 13개사의 재생에너지 시나리오 요약.

기업	기준 시점	BAU 시나리오		100% RE 시나리오	
	2022	2030	2050	2030	2050
TSMC*	10%	60%	100%	100%	100%
삼성전자**	31%	31%**	100%	100%	100%
SK 하이닉스	29.6%	33%	100%	100%	100%
입신정밀***	24%	50%***	50%	100%	100%
고어텍	6%	6%	6%	100%	100%
폭스콘****	8%	50%	100%	100%	100%
페가트론	19%	50%	50%	100%	100%
삼성디스플레이	21%	21%	100%	100%	100%
LG 디스플레이	13%	13%	13%	100%	100%
BOE	0.98%	0.98%	0.98%	100%	100%
AUO	1.16%	30%	100%	100%	100%
UMC	0.15%	50%	100%	100%	100%
이노룩스	0.4%	20%	20%	100%	100%

BAU: 기존 사업 관행 유지 / RE: 재생에너지

* TSMC는 2040년까지 재생에너지 이용률 100%를 달성하겠다고 약속했다. 기준 시점과 BAU 데이터는 대만 내 사업장의 것이다. 해외 사업장은 100% 재생에너지를 이용 중이다.
 ** 삼성전자는 글로벌 중기 목표를 발표하지 않았으나, 삼성전자 전체 전력 사용량의 10%를 차지하는 DX 부문의 경우 2027년 재생에너지 비율 100% 달성을 목표로 하고 있다.
 이번 조사에서는 2022년 재생에너지 비율을 2030년 재생에너지 목표에 적용했다.
 *** 입신정밀은 2025년까지 재생에너지 이용률 50%를 달성하는 것을 목표로 삼고 있다. 이 기업은 아직 100% 재생에너지 목표를 발표하지 않았다.
 **** 2024년 4월, 폭스콘은 2040년까지 재생에너지 이용률 100%를 달성하겠다고 목표를 수정했다.

수익

수익은 생산 규모 및 관련한 에너지 소비 시나리오를 결정하기 위한 기본값이다. 다수의 정보 출처에 따르면, 소비자 전자제품 시장은 2024년부터 2028년까지 연평균 2.99%의 성장을 기록할 것으로 예측된다. 상세 내용은 부록에 수록돼 있다. 이 데이터를 기반으로 우리는 연간 시장 성장률을 3%로 설정하고, 다음의 여러 계수와 함께 각 시나리오의 수익 및 에너지 소비량을 계산하는 기준값으로 삼았다. BAU 및 RE 시나리오에 가정한 수익 및 에너지 소비량 증가율은 동일하다.

연구의 한계점과 분석 결과의 불확실성

- Scope 1, 2, 3에 따른 매출 대응

본 연구는 공급망의 경쟁력을 평가하기 위하여 비용-편익 분석 방법을 채택하였다. 여기서 중요한 두 가지 요소는 수익과 에너지 사용 및 배출로 인한 비용이다. 기업의 수익과 맞추기 위해, 우리는 전체 공급망을 아우르는 Scope 1, 2, 3 배출을 포함한다. 이러한 배출량은 기업의 지속가능경영보고서 또는 ESG 보고서, 혹은 CDP 보고서와 같은 공개 자료에서 찾을 수 있다. 2022년 배출량을 기준으로, 다양한 재생에너지 시나리오에 따른 에너지 소비 변화를 바탕으로 배출량을 시뮬레이션했다. 이 시뮬레이션된 값들은 에너지 전환을 통해 공급망 전반에 걸쳐 배출을 줄이는 이상적인 상황을 나타낸다.

- Scope 3 보고 관련

우리의 본 연구 결과에는 한계와 불확실성이 존재한다. 다양한 산업에서 Scope 3 배출량에 대한 공개는 제한적이다. 본 연구는 컨설팅 및 검증을 받은 기업들로부터 보고된 배출량만을 사용하며, Scope 3 배출의 세부 카테고리 및 그 근거에 대한 추가적인 분석은 이루어지지 않았다. 데이터 수집의 어려움으로 인해 Scope 3 배출은 실제보다 과소평가될 수 있다. 에너지 소비와 온실가스 배출 간의 관계를 시뮬레이션하는 과정에서 또 다른 불확실성이 발생한다. 전자 산업의 특성상 주요 에너지 소비원은 전기이며, 이로 인해 범위 2 배출이 전체 배출량의 상당 부분을 차지한다. 따라서 이 시뮬레이션은 온실가스 배출 추세를 신뢰할 수 있는 방식으로 나타내지만, 절대값은 이상적인 기준점으로 해석해야 한다.



기업별 결과

TSMC

TSMC는 2040년까지 100% 재생에너지로 전환하는 것을 목표로 삼고 있다.

이러한 목표대로라면, TSMC는 2030년까지 1047만톤의 온실가스를 배출하게 될 것이다. 하지만 100% 재생에너지 조달 시점을 2030년으로 앞당긴다면, 1022만 톤의 배출을 피할 수 있을 것이다.

또 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룸으로써, TSMC는 2030년까지 5억 4092만달러를 절감할 수 있다. 이러한 비용 절감은 대부분 탄소세 회피와 화석연료 가격 상승의 영향을 피하는 데서 비롯된 것이다.

TSMC가 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룬다면, 이 기업의 SCEC 지수는 2030년 43로 상승하게 될 것이다. 2022년의 SCEC 지수는 28이었다.

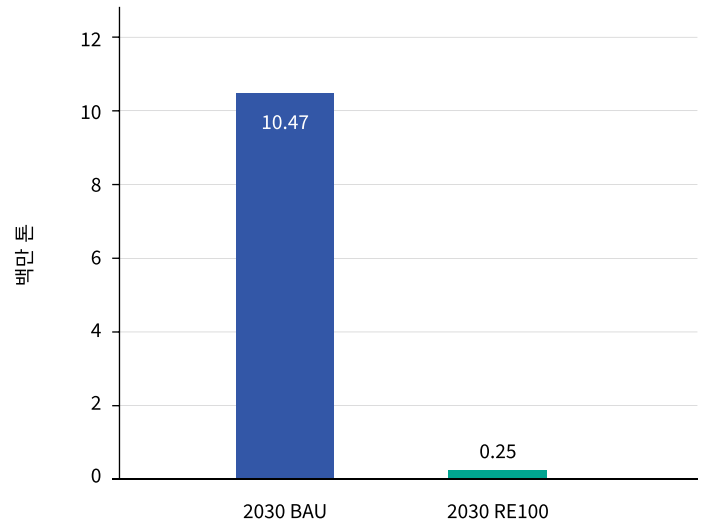


그림 1. 기존 사업 관행 유지(BAU) 시나리오 및 100% 재생에너지 전환(RE 100) 시나리오 하에서 TSMC의 2030년 온실가스 예상 배출량.

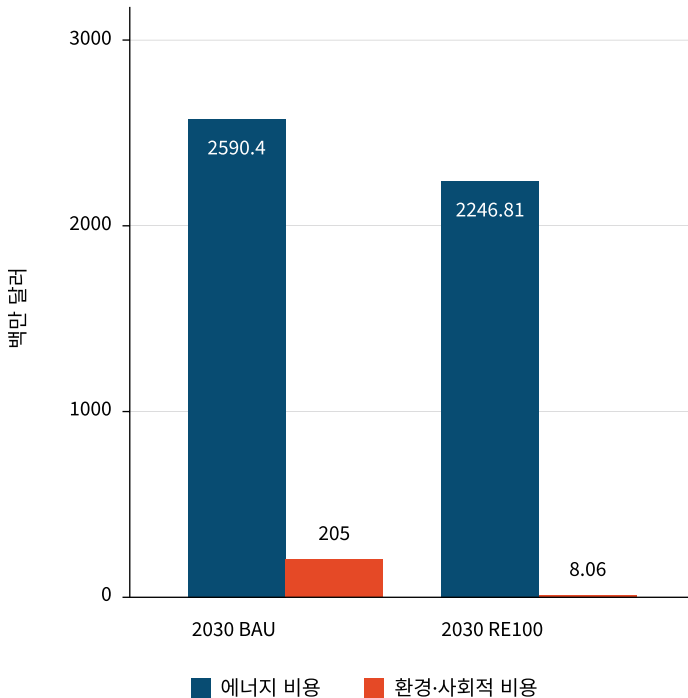


그림 2. 2030년 및 2040년 100% 재생에너지 전환 시나리오에 따른 TSMC의 에너지, 환경, 사회적 측면의 예상 비용.

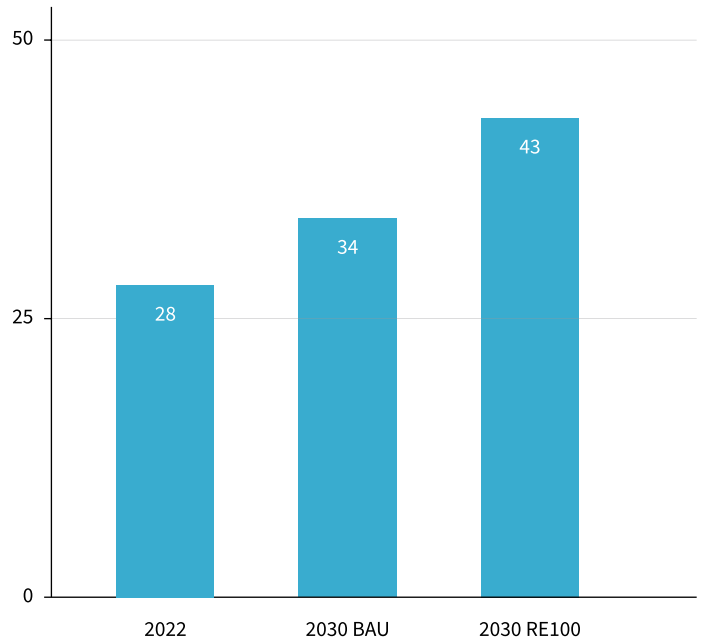


그림 3. TSMC의 공급망 친환경 경쟁력(SCEC) 지수 추이. 왼쪽부터 2022년 지수, 2030년 기존 사업관행 유지(BAU) 시나리오에 따른 예상 지수, 2030년 100% 재생에너지(RE 100) 시나리오에 따른 예상 지수.

삼성전자

삼성전자는 2050년까지 100% 재생에너지로 전환하는 것을 목표로 삼고 있다.

이러한 목표대로라면, 삼성전자는 2030년까지 1억 6235만 톤의 온실가스를 배출하게 될 것이다. 하지만 100% 재생에너지 조달 시점을 2030년으로 앞당긴다면, 1억 6196만 톤의 배출을 피할 수 있을 것이다.

또 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룸으로써, 삼성전자는 2030년까지 124억 4500만 달러를 절감할 수 있다. 이러한 비용 절감은 대부분 탄소세 회피와 화석연료 가격 상승의 영향을 피하는 데서 비롯된 것이다.

삼성전자가 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 이룬다면, 이 기업의 SCEC 지수는 2030년 175.20로 대폭 상승하게 될 것이다. 이는 2022년의 지수보다 7배 높은 값이다.

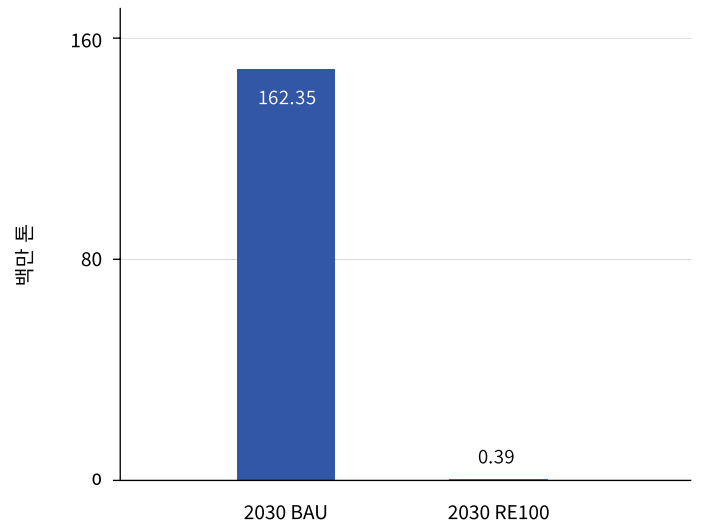


그림 4. 기존 사업 관행 유지(BAU) 시나리오 및 100% 재생에너지 전환(RE 100) 시나리오 하에서 삼성전자의 2030년 온실가스 예상 배출량.

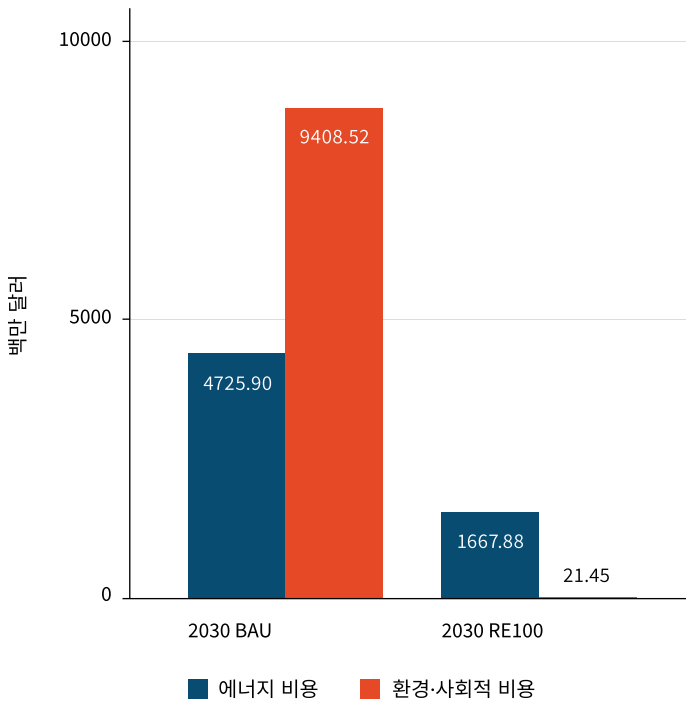


그림 5. 2030년 및 2050년 100% 재생에너지 전환 시나리오에 따른 삼성전자의 에너지, 환경, 사회적 측면의 예상 비용.

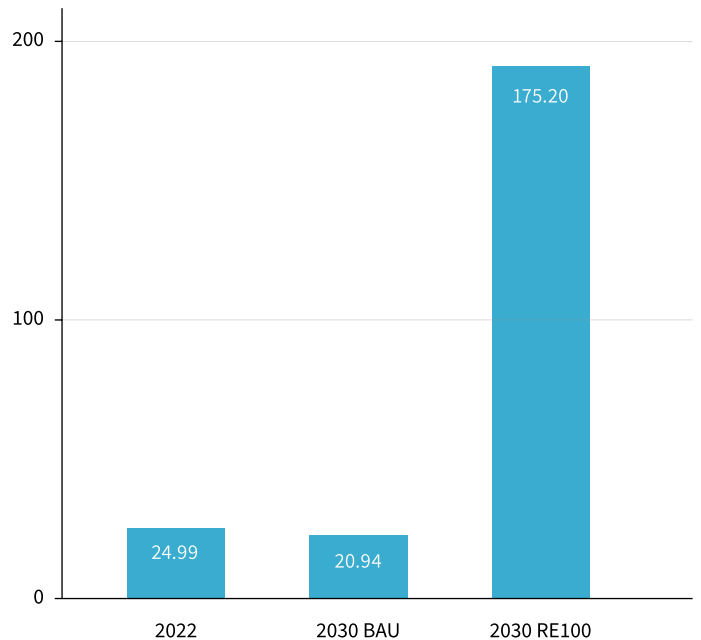


그림 6. 삼성전자의 공급망 친환경 경쟁력(SCEC) 지수 추이. 왼쪽부터 2022년 지수, 2030년 기존 사업관행 유지(BAU) 시나리오에 따른 예상 지수, 2030년 100% 재생에너지(RE 100) 시나리오에 따른 예상 지수.

SK 하이닉스

하이닉스는 2050년까지 100% 재생에너지로 전환하는 것을 목표로 삼고 있다.

이러한 목표대로라면, SK하이닉스는 2030년까지 1294만 톤의 온실가스를 배출하게 될 것이다. 하지만 100% 재생에너지 조달 시점을 2030년으로 앞당긴다면, 1280만 톤의 배출을 피할 수 있을 것이다.

또 100% 재생에너지 전환을 이룸으로써, SK하이닉스는 2030년까지 18억 3천만 달러를 절감할 수 있다. 이러한 비용 절감은 대부분 탄소세 회피와 화석연료 가격 상승의 영향을 피하는 데서 비롯된 것이다.

SK하이닉스가 100% 재생에너지 전환을 이룬다면, 이 기업의 SCEC 지수는 2030년 62.79으로 상승하게 될 것이다. 이는 2022년의 지수의 3.7배에 해당하는 값이다.

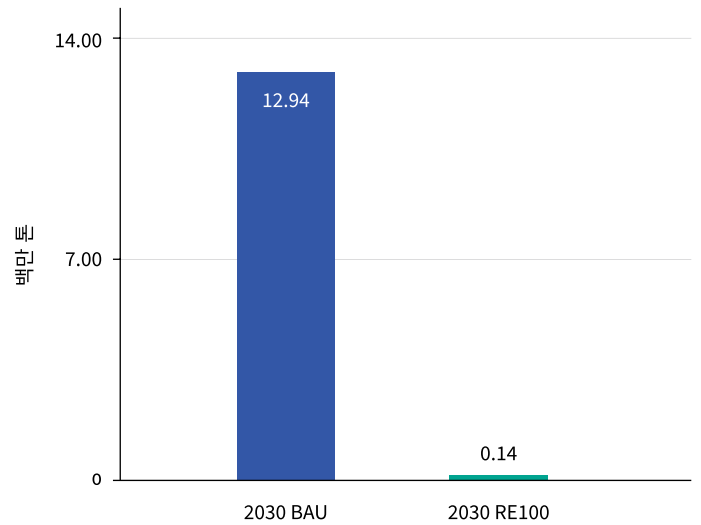


그림 7. 기존 사업 관행 유지(BAU) 시나리오 및 100% 재생에너지 전환(RE 100) 시나리오 하에서 SK하이닉스의 2030년 온실가스 예상 배출량.

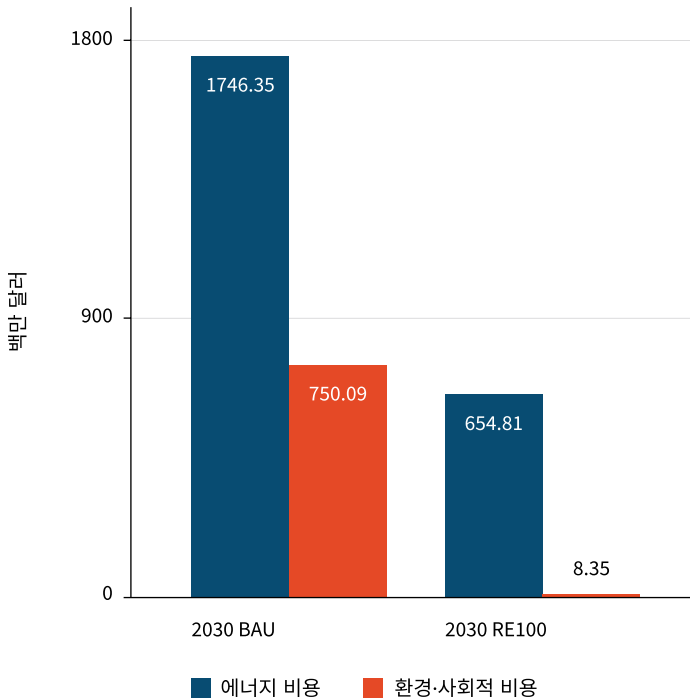


그림 8. 100% 재생에너지 전환 시나리오에 따른 SK하이닉스의 에너지, 환경, 사회적 측면의 예상 비용.

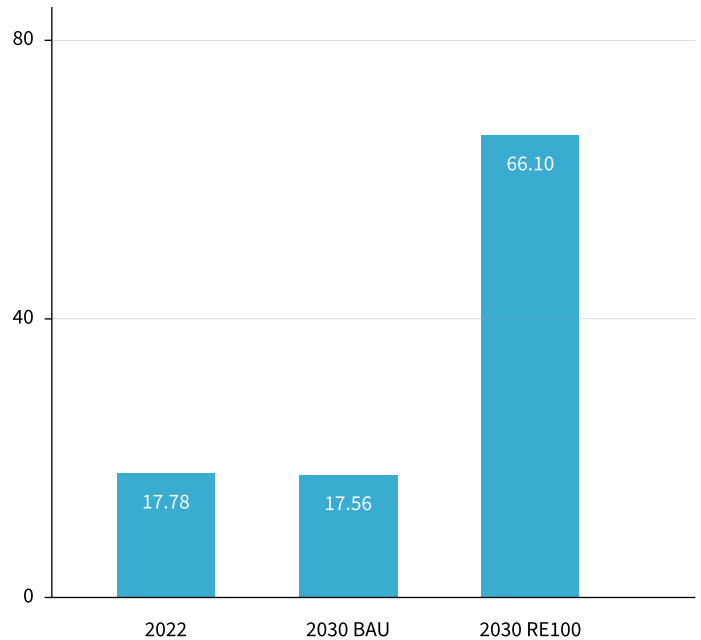


그림 9. SK하이닉스의 공급망 친환경 경쟁력(SCEC) 지수 추이. 왼쪽부터 2022년 지수, 2030년 기존 사업관행 유지(BAU) 시나리오에 따른 예상 지수, 2030년 100% 재생에너지(RE 100) 시나리오에 따른 예상 지수.

삼성디스플레이

삼성디스플레이는 2050년까지 100% 재생에너지로 전환하는 것을 목표로 삼고 있다.

이러한 목표대로라면, 삼성디스플레이는 2030년까지 1100만 톤의 온실가스를 배출하게 될 것이다. 하지만 100% 재생에너지 조달 시점을 2030년으로 앞당긴다면, 1090만 톤의 배출을 피할 수 있을 것이다.

또 100% 재생에너지 전환을 이룸으로써, 삼성디스플레이는 2030년까지 14억 9000만 달러를 절감할 수 있다. 이러한 비용 절감은 대부분 탄소세 회피와 화석연료 가격 상승의 영향을 피하는 데서 비롯된 것이다.

이 기업의 SCEC 지수는 2030년 97.88로 상승하게 될 것이다. 이는 2022년의 지수의 4배에 해당하는 값이다.

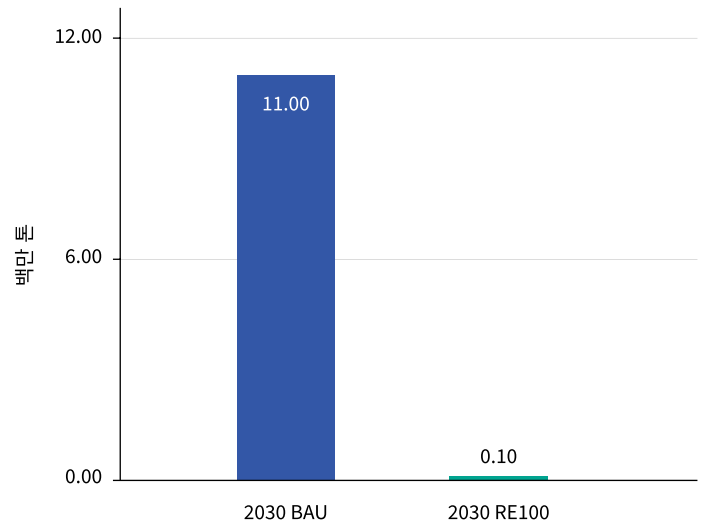


그림 10. 기존 사업 관행 유지(BAU) 시나리오 및 100% 재생에너지 전환(RE 100) 시나리오 하에서 삼성디스플레이의 2030년 온실가스 예상 배출량.

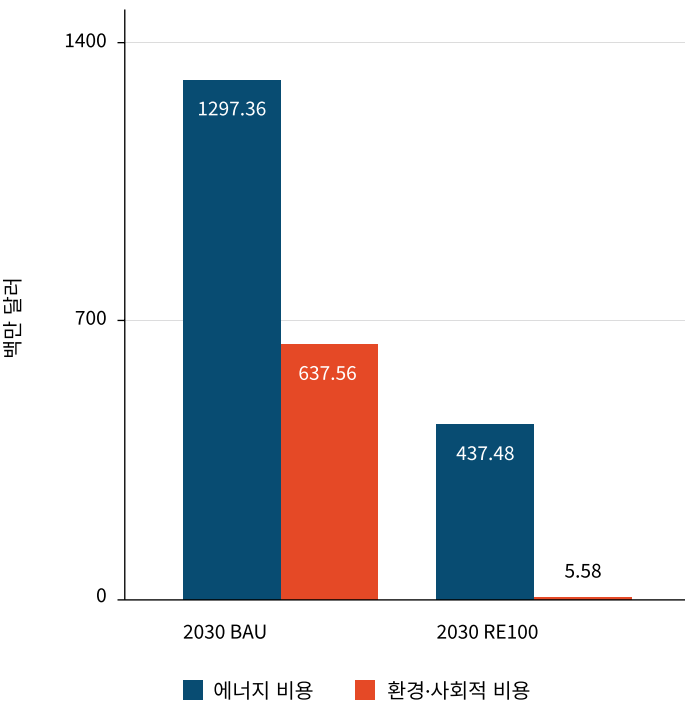


그림 11. 2030년 및 2050년 100% 재생에너지 전환 시나리오에 따른 삼성디스플레이의 에너지, 환경, 사회적 측면의 예상 비용.

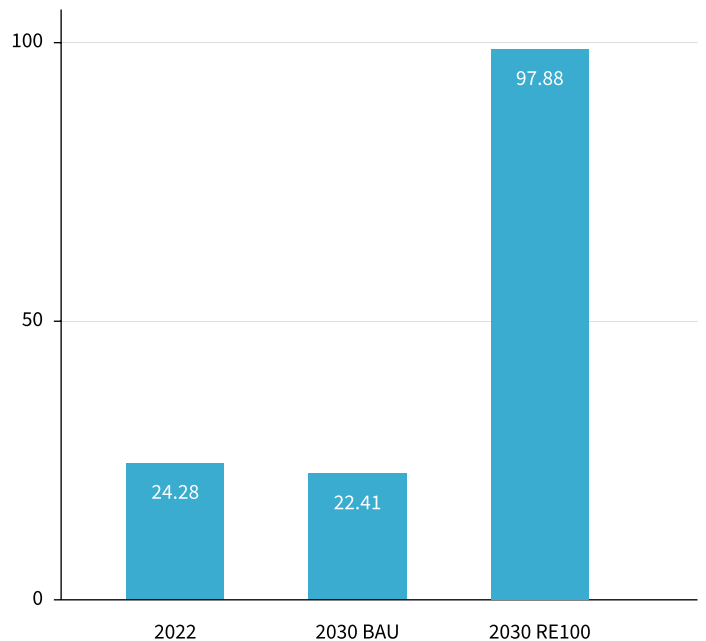


그림 12. 삼성디스플레이의 공급망 친환경 경쟁력(SCEC) 지수 추이. 왼쪽부터 2022년 지수, 2030년 기존 사업관행 유지(BAU) 시나리오에 따른 예상 지수, 2030년 100% 재생에너지(RE 100) 시나리오에 따른 예상 지수.

LG디스플레이

LG디스플레이는 아직 100% 재생에너지 전환 목표를 내놓지 않았다.

LG디스플레이가 현재의 재생에너지 조달 비율을 유지한다면, 이 기업은 2030년까지 656만 톤의 온실가스를 배출하게 될 것이다. 하지만 2030년까지 100% 재생에너지 전환을 달성한다면, 647만 톤의 배출을 피할 수 있을 것이다.

100% 재생에너지 전환을 이룸으로써, LG디스플레이는 2030년까지 13억 2000만 달러를 절감할 수 있다. 이러한 비용 절감은 대부분 탄소세 회피와 화석연료 가격 상승의 영향을 피하는 데서 비롯된 것이다.

이 기업의 SCEC 지수는 2030년 57.93으로 상승하게 될 것이다. 이는 2022년의 지수의 3.7배에 해당하는 값이다.

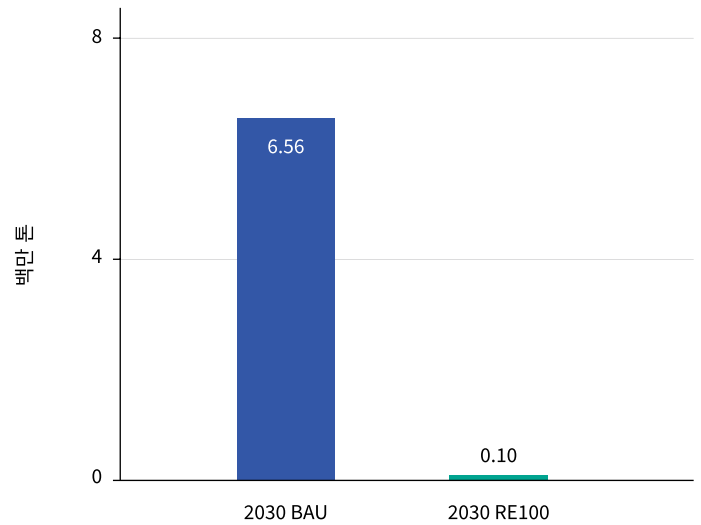


그림 13. 기존 사업 관행 유지(BAU) 시나리오 및 100% 재생에너지 전환(RE 100) 시나리오 하에서 LG디스플레이의 2030년 온실가스 예상 배출량.

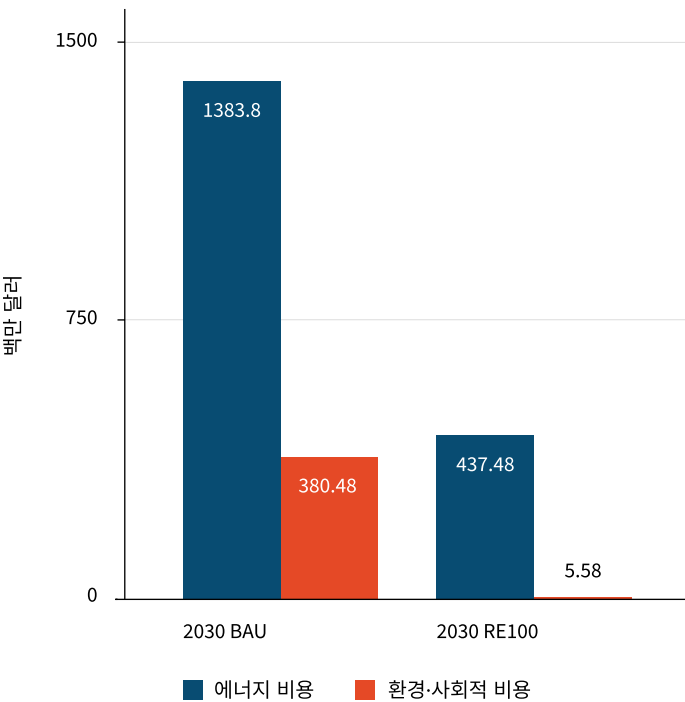


그림 14. 2030년 및 2050년 100% 재생에너지 전환 시나리오에 따른 LG 디스플레이의 에너지, 환경, 사회적 측면의 예상 비용.

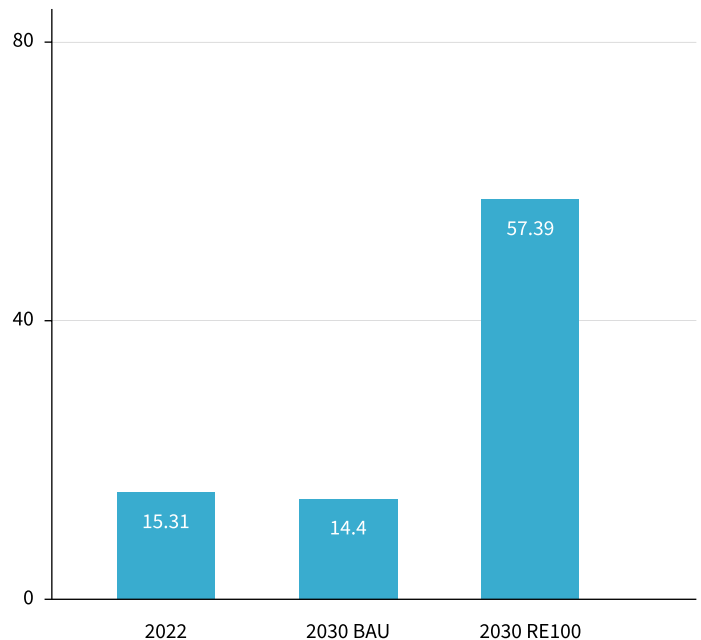
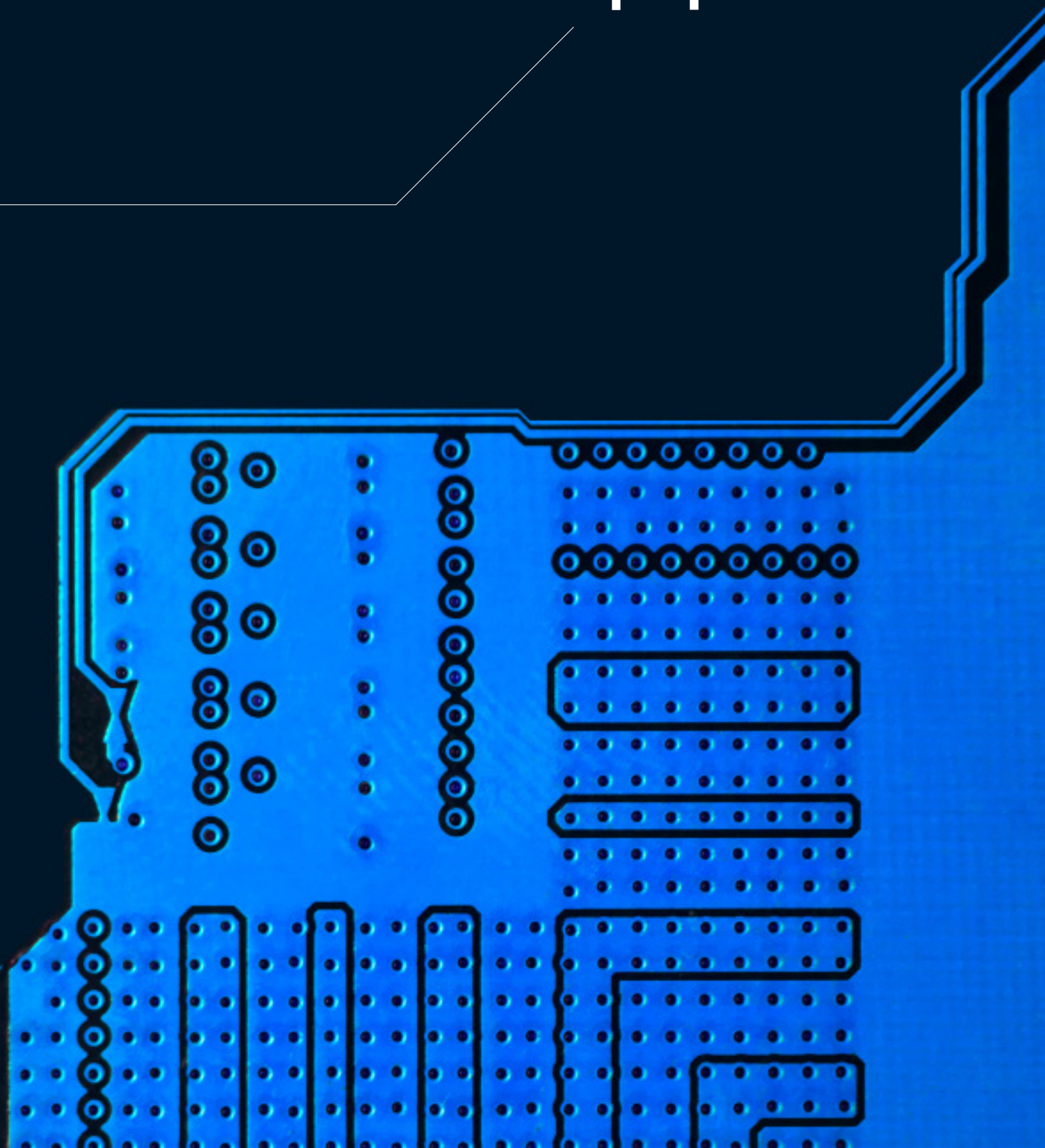


그림 15. LG디스플레이의 공급망 친환경 경쟁력(SCEC) 지수 추이. 왼쪽부터 2022년 지수, 2030년 기존 사업관행 유지(BAU) 시나리오에 따른 예상 지수, 2030년 100% 재생에너지(RE 100) 시나리오에 따른 예상 지수.

부록



전력 생산과 관련한 가격 및 계수

부록에는 이 보고서를 작성하는 데 이용된 2050년까지의 세계 각 지역 화석연료 기반 전력 및 재생에너지(RE) 기반 전력의 가격 정보를 수록했다(그림 S-1부터 S-4까지). 우리는 화석연료 기반 전력 및 재생에너지 전력(태양광 및 풍력)의 균등화발전비용(LCOE) 추세를 보고서 작성 과정에 참고했다. 그리고 2022~2050년의 지역별 화석연료 기반 전력 및 재생에너지 전력 가격을 예측하기 위해 현재의 산업용, 상업용 전력과 친환경 전력 시장 가격을 벤치마크로 사용했다.

또한 우리는 화석연료 및 재생에너지 기반 전력의 수명주기에 걸친 탄소 배출 집약도를 요약했다(그림 S-3).

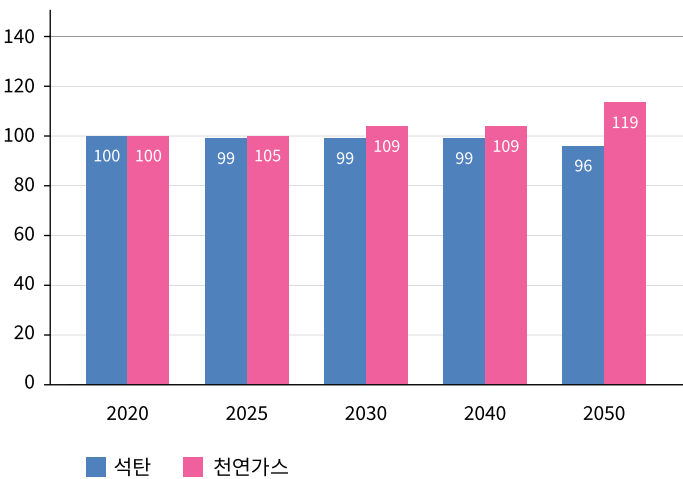


그림 S-1.
2020~2050년 화석연료 기반 전력의 균등화 비용 추세.

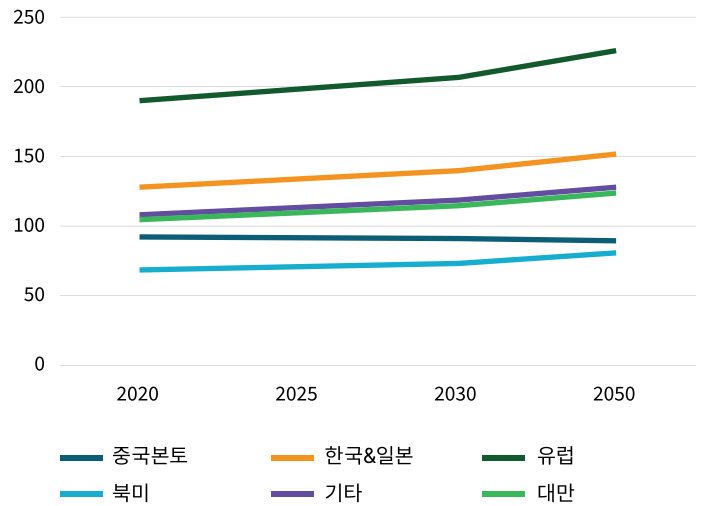


그림 S-2.
2050년까지 화석연료 기반 전력 가격 전망.

출처:

실제 가격을 기준으로 삼음. 2022년 가격 정보가 없는 경우 2023년 가격을 사용했고, 균등화 비용의 추세를 바탕으로 2050년까지의 미래 가격을 추정했다.

- 대만: <https://www.zaobao.com/realtime/china/story20240322-3195037> 참조
- 유럽: <https://www.statista.com/statistics/1046605/non-household-electricity-prices-european-union-country/> 정보를 평균값의 기준으로 삼음.
- 중국과 유럽연합, 한국, 경제개발협력기구(OECD), 미국 및 기타 지역 간 가격 비율은 다음 사이트를 참조: <http://www.sasac.gov.cn/n16582853/n16582883/c17715327/content.html>

20 Energy Innovation (2018). Renewable Electricity Levelized Cost Of Energy Already Cheaper Than Fossil Fuels, And Prices Keep Plunging. Retrieved May 20, 2024, from <https://energyinnovation.org/2018/01/22/renewable-energy-levelized-cost-of-energy-already-cheaper-than-fossil-fuels-and-prices-keep-plunging/>

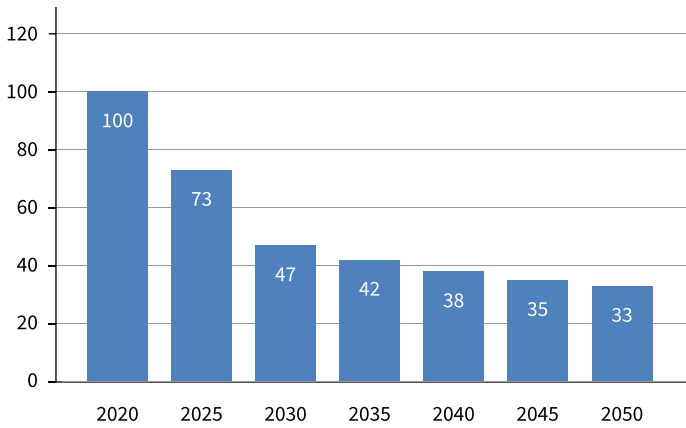


그림 S-3.
2020~2050년 재생에너지 기반 전력의 균등화 비용 추세.

출처:
REI, 2020년
https://www.renewable-ei.org/pdfdownload/activities/REI_JP-RenewablePathwaysDecarboStrategy.pdf

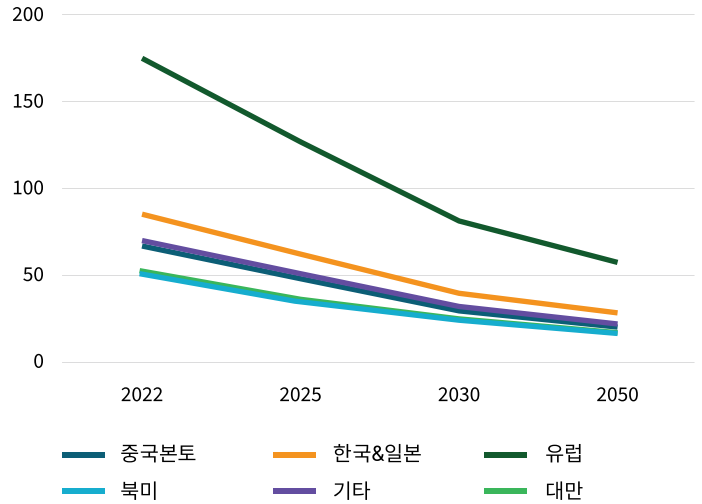


그림 S-4.
2050년까지 재생에너지 기반 전력 가격 전망.

출처:
2022년 실제 가격을 기준으로 삼음. 재생에너지 균등화 비용의 추세를 바탕으로 2050년까지의 미래 가격을 추정했다.

- 대만: 녹색인증서 가격 참조 <https://udn.com/news/story/7238/7558187>
- 유럽연합 및 미국: <https://energyinnovation.org/2018/01/22/renewable-energy-levelized-cost-of-energy-already-cheaper-than-fossil-fuels-and-prices-keep-plunging/>
- 중국: 대표 시장인 장쑤성의 녹색인증서 가격을 참조 <https://mguangfu.bjx.com.cn/mnews/20211224/1195601.shtml>
- 한국과 일본의 재생에너지 전력 데이터 가용성, 사회경제적 요소의 유사성, 에너지 구조 및 재생에너지 정책 등을 고려하여 한국과 일본을 하나의 하위 지역으로 취급함: <https://www.statista.com/statistics/1240816/japan-lcoe-pv-systems/>

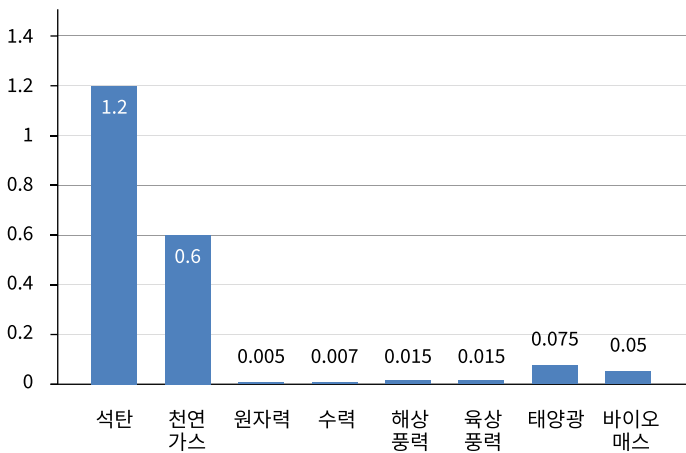


그림 S-5.
발전원별 전력의 수명주기 탄소 집약도.

출처: IEA

탄소 가격

전 세계 여러 배출권 거래 시스템(ETS)의 탄소 가격은 2026년부터 2030년까지 상승할 것으로 예상된다. 국제 배출권 거래 협회 회원사를 상대로 실시한 조사에 따르면, 유럽연합 ETS의 평균 탄소 가격은 2022~2025년 CO₂ 1톤당 84.4유로일 것으로 전망된다. 그리고 2026~2030년에 그 가격은 100유로 가까이 상승할 것으로 예상된다. 유럽연합 ETS의 탄소 가격은 2022년 2월 1톤당 90 유로의 벽을 돌파했으며, 2023년 2월에는 100유로를 넘어섰다. 이 보고서의 작성 시점인 2024년 4월의 시세는 66유로였다.

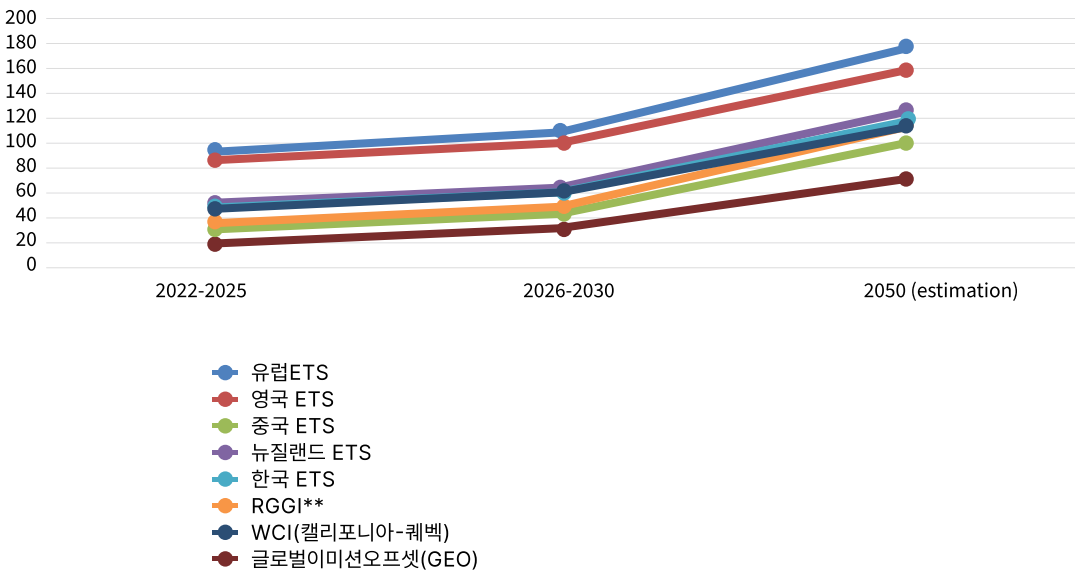


그림 S-6.
2050년까지의 탄소 가격 전망

출처:
IETA; PwC UK, 2023년, 스테이티스타 데이터베이스에서 검색 <https://www.statista.com/statistics/1334906/average-carbon-price-projections-worldwide-by-region/>

1. 시장 성장 전망

표 S-1:

소비자 가전 시장 전망(조 달러 단위)

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
스태티스타	0.98	1.02	1.04	1.11	1.06	1.10	1.10	1.13	1.17	1.20
딜로이트	0.81			0.88						
가트너	0.71	0.71	0.70	0.81	0.77	0.79				
지에프케이		0.88	1.04	1.04						

출처:

스태티스타 마켓인사이트: <https://www.statista.com/outlook/cmo/consumer-electronics/worldwide>

계산식

지표	단위	계산 및 데이터 수집 방식
수익 (a)	10억 달러	기업의 지속가능성 보고서
전력 소비 (b)	GWh	기업의 지속가능성 보고서
재생에너지 사용량 (c)	%	재생 에너지 목표
화석연료 전력 가격 (d)	달러/MWh	통계 또는 문헌자료
화석연료 전력 비용 (e)	100만 달러	$=b*(1-RE%)*d$
재생에너지 전력 비용 (f)	달러/MWh	통계 또는 문헌자료
재생에너지 비용 (g)	100만 달러	$=b*(RE%)*f$
전체 에너지 비용 (h)	100만 달러	$=e+g$
온실가스 배출량 (i)	t	$=b*(1-재생에너지 기반 전력 비중%)*$ $(화석연료 기반 전력의 탄소집약도)+b*(재생에$ $너지 기반 전력 비중%)*(화석연료 기반 전력의$ $탄소집약도 (ton/kWh))$
온실가스 가격 (j)	달러/t	배출권 거래 시스템(ETS) 시장 가격
온실가스 비용 (k)	100만 달러	$=i*j/1000000$
환경 및 사회적 비용 (m)	100만 달러	$=k$
수익 (a)	10억 달러	$=a$
총 비용 (TC)	10억 달러	$=(h+m)/1000$
SCEC index	-	$=a/TC$