

**용인 반도체 클러스터,
재생에너지로
경쟁력을 높인다.**

GREENPEACE

그린피스는 평화로운 시위와 창의적인 소통을 통해 환경 문제를 제기하고, 깨끗하고 평화로운 미래를 위한 해결책을 제시합니다. 1971년 이후 지구를 위협하는 정치세력과 기업에 대항하는 환경 운동을 이끌어 왔습니다. 그린피스 조직은 과학자, 변호사, 활동가, 정책 및 커뮤니케이션 전문가들로 구성돼 있습니다. 이를 기반으로 연구, 정책 지지, 시민 교육, 로비 활동, 법적 투쟁 등 다양한 캠페인을 전개합니다.

SFO°C

Solutions for Our Climate

기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다. 리서치, 대외협력, 커뮤니케이션 등의 폭 넓은 방법으로 기후위기를 해결할 실질적 솔루션을 발굴하고, 실질적인 변화를 위한 움직임을 만들어 나갑니다.

발간월	2025년 5월
저자	임장혁 기후솔루션 양연호 그린피스
데이터분석	PLANiT
도움주신 분	이인성 그린피스 한가희 기후솔루션
디자인	네이처리듬

**용인 반도체 클러스터,
재생에너지로 경쟁력을 높이다**

목차

배경	4
-----------	----------

1. 용인 반도체 국가산단 사업 및 전력공급계획	5
◦ 사업개요	5
◦ LNG 발전소 건설 및 운영계획	5

2. LNG 기반 전력공급계획의 문제점	7
◦ 온실가스 배출량 증대	7
◦ 실효성 없는 수소 혼소 계획	7
◦ 주민들의 건강피해	8
◦ 삼성전자의 경쟁력 악화	8

3. 재생에너지 공급방안 분석	10
◦ 재생에너지 잠재량 산정	10
◦ 현상유지 시나리오	11
◦ 해상풍력 포함 PPA 시나리오	13
◦ 태양광 균등정산 PPA 시나리오	14
◦ 태양광 50% PPA 시나리오	14

4. 결론	16
--------------	-----------

5. 정책제언	18
----------------	-----------

6. 부록	19
--------------	-----------

참고문헌	21
-------------	-----------

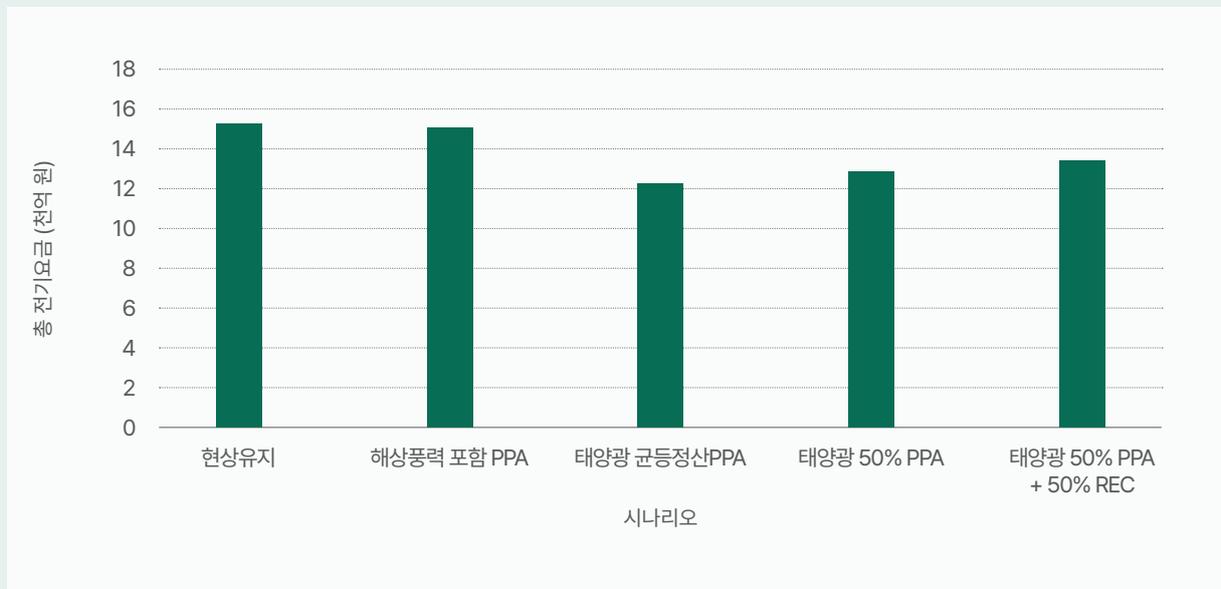
배경

정부가 2023년 3월 15일 발표한 용인 시스템 반도체 클러스터 국가산업단지(이하 '용인 반도체 국가산단')사업은 완공 시 총 10GW에 달하는 전력수요가 필요한 대규모 국가사업이다. 정부는 초기 전력수요를 충당하기 위해 3GW의 LNG 발전소를 건설할 계획인데 이로 인해 연간 977만 톤¹ 이상의 온실가스와 다량의 초미세먼지가 배출되어 인근 주민들의 환경권 및 건강권을 침해할 것으로 우려된다.

삼성전자는 2022년 RE100 이니셔티브에 가입하며 2050년까지 100퍼센트 재생에너지를 사용하겠다고 선언하였다. 삼성전자 반도체 부문의 주요 고객사들은 삼성전자 보다 더 이른 시점에 공급망의 탈탄소화를 달성하겠다는 목표를 세우고 이행 중이다. 화석연료 기반의 반도체 국가산단으로 인해 삼성전자가 고객사의 탈탄소화 요구에 대응하지 못하게 될 경우 삼성전자는 물론 국내 경제 전반에 부정적인 영향을 미칠 수 있다.

이에 본 보고서는 용인 반도체 국가산단의 3GW 전력수요를 LNG발전소가 아닌 인근 지역 재생에너지로 공급하는 방안에 대해 분석하여 삼성전자가 재생에너지 PPA 기반으로 전력을 조달하는 경우, 기존 시나리오 대비 2050년까지 최대 30조원의 전기요금을 절감할 수 있다는 결과를 도출하였다. 추가적으로 삼성전자가 재생에너지 전환을 통해 확보할 수 있는 탄소경쟁력에 따른 매출 상승 효과, 그리고 LNG 발전소 건설 회피로 인한 사회적 비용 절감 등을 감안한다면, 재생에너지 조달 방안의 경제적 효과는 더 클 것으로 예상된다.

[그림 1] 시나리오별 삼성전자 전력요금 부담 비교



1 한국토지주택공사, '용인 첨단시스템반도체 클러스터 국가산업단지 개발사업 환경영향평가서', 2024. 7.

1. 용인 반도체 국가산단 사업 및 전력공급계획

• 사업개요

2023년 3월 15일 정부는 제14차 비상경제민생회의에서 용인을 신규 시스템 반도체 클러스터 국가산업단지 후보지로 선정·발표하였다. 용인 반도체 국가산단은 총면적 7,280,863m² 규모이며, 세부적인 사업개요는 아래와 같다.²

» 사업개요

2023년 3월 15일 정부는 제14차 비상경제민생회의에서 용인을 신규 시스템 반도체 클러스터 국가산업단지 (이하 용인 반도체 국가산단) 후보지로 선정·발표하였다. 용인 반도체 국가산단은 총 면적 7,280,863m² 규모로 진행되며 세부적인 사업개요는 아래와 같다.

- (사업명) 용인 첨단시스템반도체클러스터 국가산업단지 개발사업
- (위치/적) 경기도 용인시 처인구 이동읍, 남사읍 일원 / 7,281천m²(약220만평)
- (상위계획) 관리지역(37.1%), 도시지역(22.9%), 농림지역(40.0%)
- (시행자) 한국토지주택공사
- (사업비) 90,637억원(간접비 제외)
- (사업기간) 2024년 ~ 2031년
- (유치업종) 전자부품 및 통신장비, 화학제품 등

출처: 한국토지주택공사, 기술솔루션 재구성

• LNG 발전소 건설 및 운영계획

정부는 11차 전력수급기본계획에 용인 반도체 국가산단의 초기수요를 충당하기 위해 산단 내 LNG 발전소를 건설하겠다는 계획을 세웠다. 총 3GW규모의 LNG 발전소 6기가 동서·남부·서부 발전에 의해 각각 1GW씩 건설될 예정이다.³ 반면 현재 용인 국가산단 개발사업 계획상 재생에너지 조달 계획은 19.87MW에 불과해, 설비용량 기준으로 LNG 발전소 계획 대비 약 0.67% 수준에 불과하다.⁴

2 한국토지주택공사, 용인 첨단시스템반도체클러스터 국가산업단지 산업단지계획 승인신청서 (요약), 2024. 4.

3 뉴스핌, "용인 반도체 클러스터' 추진 본격화...동서·남부·서부발전, 각 1GW 발전소 건설", 2024. 11. 27.

4 한국토지주택공사, '용인 첨단시스템반도체 클러스터 국가산업단지 개발사업 환경영향평가서', pg. 169, 2024. 7. 실효용량 기준 비교 시 더 작은 수준임.

용인 반도체 첨단산업 단지별 전력공급방안

구분		세부 공급계획
국가산단	1단계 ('30~'38)	<ul style="list-style-type: none"> • 동서·남부·서부발전이 각 1GW 규모 LNG 발전소를 건설('27.12. 착공)하고, 청정수소 혼소 설계를 통해 친환경 기반 구축 • 추가 전력공급을 위해 내륙관통 송전선로 1개 연결(북천안->용인) 및 기존 변전소 계통 설비 보강 등 추진 • 11차 송변전설비계획('25. 상) 이후 보강되는 전력 계통망 및 전력기술의 발전 등을 종합 고려하여 다양한 대안 검토
	2단계 ('39~'43)	
	3단계 ('44~'53)	

출처: 제11차 전력수급기본계획

2. LNG 기반 전력공급계획의 문제점

○ 온실가스 배출량 증대

LNG 발전의 온실가스 배출계수(단위 전력 생산 시)는 2025년 기준 화력발전 비중이 60%를 넘는 국가 전력망의 온실가스 배출계수보다 높은 수준이었다.⁵ 이러한 배출계수 간 격차는 향후 국가 전력망에서 재생에너지의 비중이 확대됨에 따라 더 심화될 것으로 예상된다. 실제로 2038년에는 LNG 발전의 온실가스 배출계수가 국가 전력망 배출계수보다 2.4배 높아질 것으로 전망되었다. 이는 곧 신규 LNG 발전 건설이 국가 탄소배출량을 계획보다 늘려 2050 탄소중립 달성에 역행함을 보여준다.

○ 실효성 없는 수소 혼소 계획

용인 반도체 국가산단 사업(이하 '본 사업') 기후변화영향평가서에 따르면, 정부는 해당 LNG 발전에 대해 2032년까지 '수소 50% 혼소를 통해 탄소 배출량을 21.4% 감축하고, 2050년까지 100% 수소 전소발전으로 탄소중립을 실현한다는 전략을 제시하고 있다.

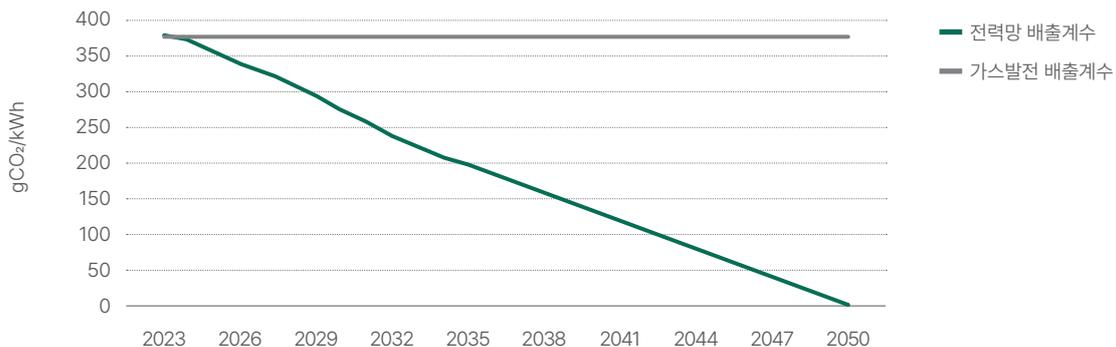
수소혼소에 의한 감축비율을 통해 본 국가산업단지 내 LNG 발전소 감축량

구분		수소 혼소율 목표	온실가스 배출량 (tCO ₂ eq/년)	온실가스 감축량 (tCO ₂ eq/년)	비고
온실가스 배출량 (tCO ₂ eq/년)	2032년	50%	9,773,483.57	2,092,811.45	21.4% 저감효과
	2050년	100%	9,773,483.57	9,773,483.57	100% 저감효과

출처: 환경영향평가정보지원시스템, 한국토지주택공사

5 전력망 배출계수를 계산하기 위해서 제10차 전력수급기본계획의 연료별 배출계수 (석탄: 0.8362 CO₂t/MWh & LNG: 0.3779 CO₂t/MWh)를 차용하였으며, 신에너지와 기타 에너지의 경우 LNG와 동일한 배출계수를 갖는다고 가정하였음. 동일 배출계수 가정을 이용하여 2021년 전력망 배출계수를 계산할 경우 0.43으로 2021년 국가 온실가스 배출계수인 0.44와 근접함을 확인할 수 있음. 위 가스발전 배출계수의 경우 가스100%(수소혼소 제외)를 가정한 시나리오임.

10차 전력수급기본계획 기반 배출계수 비교



수소 혼소 계획이 시행되더라도 실질적인 온실가스 감축 효과는 제한적이다. LNG 발전소에 수소를 50% 혼소할 경우, 온실가스 배출량은 21.4% 감소하는 데 그친다. 여기에 수소의 생산 및 운송 과정에서 발생하는 온실가스까지 고려하면, 감축 효과는 더욱 미미해진다. 특히, 현재 정부는 LNG를 개질하여 생산한 블루수소를 청정수소 범주에 포함하고 있는데,⁶ LNG 발전소에서 블루수소를 50% 혼소하더라도 수소 생산 전 과정에서 발생하는 온실가스를 감안하면 실질적 감축효과가 거의 없다.⁷

수소 혼소 계획의 실효성에도 심각한 문제가 있다. 본 사업 기후변화영향평가서에는 “향후 수소터빈의 상용화, 수소 공급 여건 및 배관망 인프라 구축, CHPS(청정수소발전의무화 제도) 등 대내외적 여건에 따라 혼소율 및 감축량은 변동될 수 있음”이라고 명시되어 있다.⁸ 이처럼 인프라 미비나 수소 입찰 실패 등으로 수소 혼소 추진에 차질이 생길 경우, 해당 발전은 결국 LNG에 의존할 수밖에 없으며, 이는 한국 정부가 수립한 2050년 탄소중립 목표 달성에 중대한 위협이 될 수 있다.

• 주민들의 건강피해

LNG 발전소는 1군 발암물질인 질소산화물을 상당량 배출하여 인근지역 주민들의 건강을 위협한다.⁹ 기후솔루션에서 발간한 ‘가스발전의 실체: 가스발전의 대기오염 영향 및 건강피해’ 보고서에 따르면, 제9차 전력수급기본계획 기준 국내 가스발전소에서 배출하는 대기오염물질로 인하여 2035년 기준 경기도에서 연간 최대 462명의 조기사망자가 발생할 수 있는 것으로 분석되었다.¹⁰ 용인 반도체 국가산단 내 LNG발전소가 추가로 건설될 경우, 인근 지역 주민들의 건강피해는 더욱 심화될 것으로 우려된다.

• 삼성전자의 경쟁력 약화

용인 국가산단 내 3GW의 LNG 발전소가 건설 및 운영될 경우 연간 예상 온실가스 배출량은 약 977만 이산화탄소 환산 톤(이하 ‘t’)에 달한다. 이는 2023년 기준 삼성전자 DS(반도체)부문 전 세계 사업장에서 사용한 전력으로 인해 배출된 온실가스(SCOPE 2) 수준인 946만톤을 초과하는 수치다.¹¹ 이는 삼성전자가 추진 중인 탄소 중립 및 RE100 목표 달성에 중대한 지장을 초래할 수 있다. 또한, 글로벌 경쟁력을 약화시킬 우려가 크다.

6 2024년 4월부터 수소의 생산과 수입 과정에서 온실가스 배출량이 일정 수준 이하인 경우에 청정수소로 인정하고 이에 대한 행정적, 재정적 지원을 하기 위한 청정수소인증제가 시행되었다.

7 기후솔루션, “보령 블루수소 프로젝트의” 3가지 숨은 그림자”, 2024. 05.
자세한 내용은 아래 부록 1-1 참고.

8 한국토지주택공사, ‘용인 첨단시스템반도체 클러스터 국가산업단지 개발사업 환경영향평가서’, pg. 169, 2024. 7.

9 세계일보, “[도로변, 잃어버린 숨 쉴 권리] 미세먼지 대응만 촉각... 질소산화물 위험 ‘깜깜’”, [https://www.segye.com/newsView/20180422002992#:~:text=%EC%84%B8%EA%B3%84%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EA%B8%B0%EA%B5%AC\(WHO\)%EA%B0%80,%EB%8A%94%20%EC%97%B0%EA%B5%AC%20%EA%B2%B0%EA%B3%BC%EB%8F%84%20%EC%9E%88%EB%8B%A4,](https://www.segye.com/newsView/20180422002992#:~:text=%EC%84%B8%EA%B3%84%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EA%B8%B0%EA%B5%AC(WHO)%EA%B0%80,%EB%8A%94%20%EC%97%B0%EA%B5%AC%20%EA%B2%B0%EA%B3%BC%EB%8F%84%20%EC%9E%88%EB%8B%A4,) 2018. 04. 23.

10 기후솔루션, ‘가스발전의 실체: 가스발전의 대기오염 영향 및 건강피해’, 2021
자세한 내용은 부록 1-2 참고.

11 삼성전자, 2024년 지속가능경영보고서, 2024. 03.

사단법인 넥스트의 보고서에 따르면, RE100회원사들의 재생에너지 100% 조달 목표 시점은 평균 2028년으로, 2025년부터 반도체 구매 기업들이 RE100에 동참하지 않는 협력사들을 공급망에서 배제한다면 삼성전자의 반도체 부문 매출의 약 19%가 감소할 수 있다는 분석을 내놓았다.¹²

삼성전자 반도체부문 주요 고객사 탄소중립 현황

기업	Apple	Microsoft	Dell Technologies	Qualcomm
RE100 가입여부	○	○	○	X
100% 재생에너지 사용목표	100% 달성 (2018)	100% 달성 (2014)	2040년	N/A
스코프3 감축목표	2030년까지 100% 감축	2030년까지 100% 감축	2030년까지 45% 감축 ¹³	2040년까지 100% 감축

출처: 각 사의 웹사이트 및 지속가능경영보고서, 기후솔루션 재구성

삼성전자 반도체 부문의 주요 고객사들은 삼성전자보다 더 이른 시점에 RE100을 달성하겠다는 목표와 스코프3 배출 감축 목표를 설정하고 있다. 스코프3 배출량을 줄이기 위해서는 공급망 전반의 온실가스 배출 감축이 필수적인 만큼, 재생 에너지 조달이 지연되고 있는 삼성전자는 향후 고객사로부터의 수요 감소 등 매출에 부정적 영향을 받을 가능성이 높다.

글로벌 파운드리 분야의 1위인 TSMC는¹⁴ 재생에너지 조달 측면에서 더 빠른 진전을 보이고 있는 상황이다. 2023년 9월, TSMC는 100% 재생에너지 사용 목표시점을 기존보다 10년 앞당긴 2040년으로 발표했으며,¹⁵ 현재 920MW의 대규모 해상풍력 프로젝트로부터 전력을 직접 구매하는 등 재생에너지 확보에 적극적으로 나서고 있다.¹⁶ 특히 용인 반도체 국가산단이 시스템 반도체 산업의 경쟁력 강화를 목적으로 조성되는 상황에서, LNG 발전소를 기반으로 한 국가산단이 들어설 경우 삼성전자와 TSMC 간의 경쟁력 격차는 더욱 벌어질 것이다.

12 NEXT Group, 한국 산업계가 직면한 기후 리스크의 손익 영향도 분석, 2022. 01. 28.

13 구매하는 제품 또는 서비스 배출량 기준

14 김수영 기자, "TSMC-삼성 파운드리 격차 더 커졌다...세계 4분기 매출액은 26%↑", https://www.nocutnews.co.kr/news/6309961?utm_source=naver&utm_medium=article&utm_campaign=20250318050905, 2025. 03. 18.

15 TSMC, "TSMC Accelerates Renewable Energy Adoption and Moves RE100 Target Forward to 2040", 2023. 09. 15

16 오스테드, "오스테드, 대만彰化 2b & 4해상풍력 발전단지 최종 투자 결정", https://orsted.kr/ko/news/2023/03/changhua2band4_fid, 2023. 03. 31.

3. 재생에너지 공급방안 분석

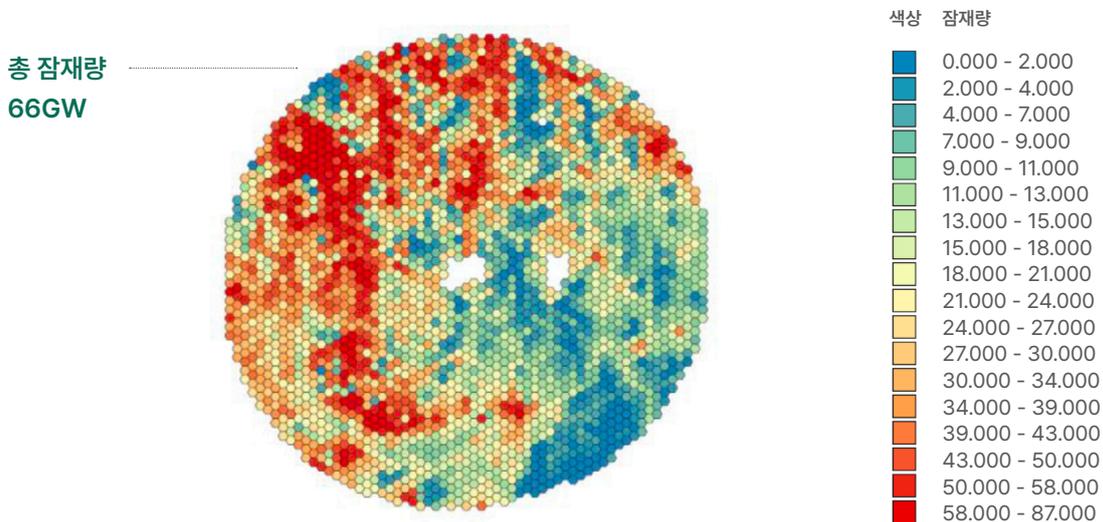
기후솔루션과 그린피스는 용인 반도체 국가산단에 계획된 LNG 발전소 6기를 재생에너지로 대체할 수 있는 방안을 모색하기 위해 공동 연구를 수행했다. 연구 결과, 국가산단 반경 25km 이내 인근 지역의 태양광과 풍력 잠재량을 활용하여 재생에너지 전력 100% 조달이 가능하다는 분석이 도출되었다. 또한, 삼성전자가 녹색프리미엄이나 신재생에너지 공급인증서(Renewable Energy Certificate, 이하 REC) 구매 방식보다 온실가스 감축 효과가 큰 직접전력구매(PPA, Power Purchase Agreement)을 통해 재생에너지를 조달할 경우, LNG 발전소 6기로부터 전력을 공급받고 그에 따른 전기요금을 지불하는 방식보다 경제적 이익이 클 것으로 나타났다.

◦ 재생에너지 잠재량 산정

재생에너지 공급방안을 마련하기 위해서 먼저 재생에너지 잠재량을 산정하는 연구를 진행하였다. 태양광 발전의 경우 용인 반도체 국가산단 반경 25km 이내 지역에서 지자체들의 현행 이격거리 규제를 이격거리 권고안으로(건물로부터 100m) 조정하여¹⁷ 총 잠재량이 66GW에 달함을 확인하였다.¹⁸ 아래 그림에서 붉은 지역의 태양광 잠재량이 더 높은 것으로 나타났다.

용인 반도체 국가산단 주변 태양광 발전 잠재량¹⁹

(단위: MW)



17 이격거리가 없는 경우 이격거리를 포함하지 않음.

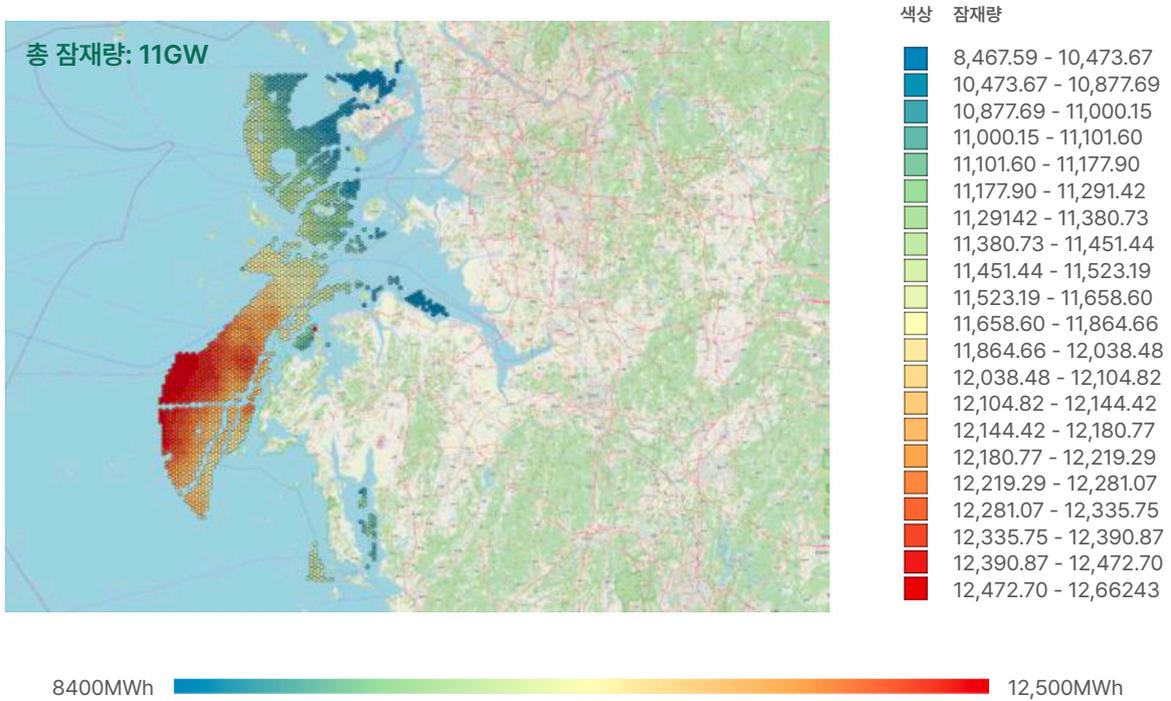
18 더 자세한 내용은 부록 2-1 참고.

19 왼쪽 하얀 곳이 용인 반도체 국가산단, 오른쪽이 용인 반도체 일반산단.

풍력 발전의 경우 경기도, 인천, 충청남도 20km 이내 지역의 해상을 기준으로 총 잠재량이 11GW로 확인되었다.²⁰

경기도, 인천 및 충청남도 지역 주변 해상풍력 잠재량

(단위: MWh)



현상유지 시나리오

현재 삼성전자는 용인 반도체 국가산단에 입주해 2030년부터 발생하는 전력수요를 한국전력을 통해 공급받을 계획이다. 이를 위해 한전 발전자회사들은 총 3GW규모의 LNG 발전소 6기를 국가산단 내에 건설할 예정이다. 삼성전자의 최대전력 수요와 연간 전력사용량을 정확히 추정하기는 어렵다. 이는 3GW 규모의 발전용량 중 어느 정도가 예비력으로 활용될지, 또한 삼성전자의 실제 전력수요 패턴이 어떻게 나타날지에 대해 공개된 정보가 부족하기 때문이다.

본 연구에서는 2030년 기준 삼성전자의 추가 전력수요를 3GW로 가정하고, 전력 수요 패턴은 2023년 국내 제조업의 시간대별 수요패턴을 따른다고 가정하였다. 또한 계획에 따르면 삼성전자의 생산공장의 완공 일정에 맞춰 LNG 발전소가 '30, '31, '32년에 각각 1GW씩 단계적으로 완공될 예정이지만, 본 연구에서는 전력 공급 시나리오를 단순화하여 2030년부터 3GW 전량이 필요한 것으로 가정하였다.

삼성전자의 전력 수요를 충당하기 위해 총 3GW규모의 LNG 발전소가 건설되지만, 삼성전자는 해당 발전소와 직접 전력구매계약(PPA)을 체결하지 않고, 전기요금을 지불하는 방식으로 한국전력을 통해 해당 전력을 조달할 예정이다. 이

20 더 자세한 내용은 부록 2-1 참고.

에 따라, 2050년까지 삼성전자가 부담하게 될 전력 구매 비용을 예측하기 위해, 본 연구는 향후 전기요금이 지난 10년간의 평균 상승률인 연4%를 유지할 것이라는 가정을 적용하였다.²¹

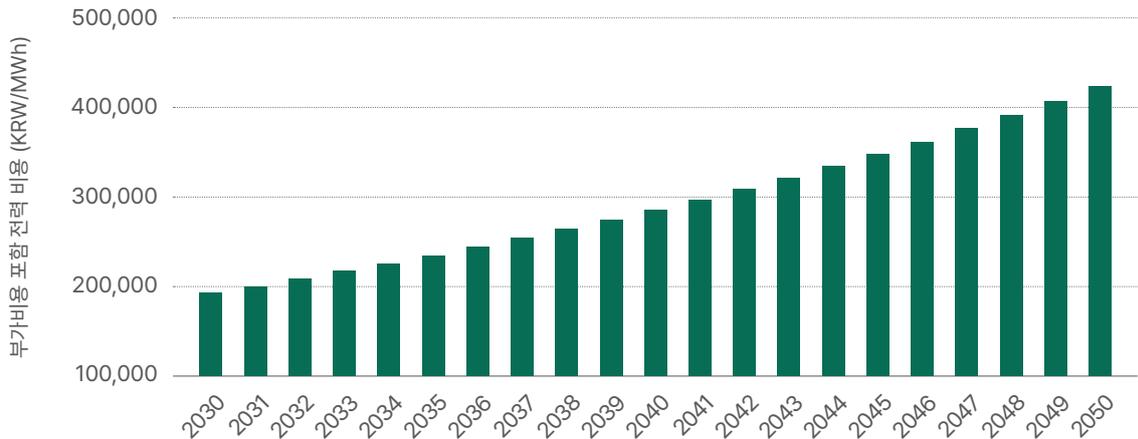
전력수요 및 전기요금 가정

요소	주요 가정
전력수요	최대 3GW의 전력수요
	2023년 제조업 시간대별 수요패턴
	총 전력수요 용량: 24,699GWh
전기요금	산업용 (을) III 계약요금제
	연 4% 전기요금 상승률 가정 (지난 10년간 전기요금 상승률 기반)

위와 같은 전력수요 및 전기요금 상승률 가정을 바탕으로 모델링을 수행한 결과, 삼성전자가 3GW 규모의 추가 전력 수요를 충당하기 위해 2030년부터 2050년까지 부담해야 할 전력구매 비용은 총 153조 230억원에 달하는 것으로 나타났다.

전기요금	총 전력구매비용 (2030~2050)
193,791/MWh (2030) ~ 424,621/MWh (2050)	153조 230억원

2030~2050 산업용 전기요금 추정



21 한전의 부채 및 적자 사태가 심각한 점을 고려하여 가정.

◦ **해상풍력 포함 PPA 시나리오**

해당 시나리오에는 태양광과 해상풍력 발전의 조합뿐만 아니라, 재생에너지 변동성을 완화하기 위해 필요한 에너지저장장치(ESS, Energy Storage System)를 포함되어 있다.²²

해상풍력 포함 PPA 시나리오 설비구성

태양광 발전		풍력 발전		ESS 설비	
설비규모	필요 발전량	설비규모	필요 발전량	설비규모	방전시간
21,166MW	22,013GWh	6,036MW	4516GWh	5934MW	4시간

재생에너지의 변동성을 고려할 때, 24시간 전력수요를 안정적으로 충당하기 위해 요구되는 설비규모는 상당한 것으로 나타났다. 특히 밤 시간대의 전력수요는 해상풍력에 의존하고, 낮 시간대에는 비교적 저렴한 태양광 발전설비를 활용할 수 있다. 해당 시나리오에서 삼성전자는 해상풍력 발전설비에서 생산되는 전력의 24.4%²³, 태양광 발전설비에서 생산되는 전력은 62.5%만²⁴ 구매한다고 가정했다.²⁵

해상풍력의 경우, 사업 개발에 평균 6~7년이 소요된다는 점을 감안하면, 삼성전자가 2030년까지 용인 반도체 국가산단에 필요한 전력을 신규 해상풍력 프로젝트를 통해 충당하는 것은 현실적으로 어려울 수 있다. 그러나 현재 인천 지역에서 총 7GW 규모를 초과하는 해상풍력 프로젝트가 개발 중인 점을 고려하여 해당 설비를 활용한 전력 조달 방안 마련이 가능할 것으로 보인다.

해상풍력 포함 PPA 시나리오 경제성 분석

PPA 가격	총 전력구매비용 (2030~2050)	현상유지 시나리오 대비 편익 (2030~2050)
270,761원/MWh	150조 7410억원	2조 2820억원

해당 시나리오에서의 PPA 가격은 MWh 당 270,761원으로, 삼성전자는 이를 통해 2050년까지 현상유지 시나리오 대비 약 2조 2820억원의 전력구매 비용을 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 비교적 가격이 높은 해상풍력 발전이 포함된 시나리오임에도 불구하고, 삼성전자의 전력 구매비용이 감소한다는 결과를 보여준다.

22 본 연구에서는 ESS 비용을 전기소비자인 삼성전자와 계통운영자인 한전이 반반 나누어서 지불하는 것으로 가정하였다. ESS 비용 부담에 대해서는 낮은 국가 재생에너지 비중, 2050 탄소중립 목표 및 대규모 재생에너지 사업으로 인한 계통 부담 등을 고려한 논의가 필요할 것으로 보인다.

23 해상풍력 이용률 35% 기준

24 태양광 이용률 19% 기준

25 나머지 잉여 전력은 재생에너지 사업자가 계통에 판매하여 전력망 탈탄소화에 추가적으로 기여

◦ 태양광 균등정산 PPA 시나리오

균등정산이란 월간 총 재생에너지 발전량을 시간 단위로 균등 분할하여 1시간당 발전량을 산정하는 방식으로, 현재 제3자 PPA에 적용되고 있다. 정부의 행정예고에 따르면 향후 직접 PPA에도 적용될 예정이다.²⁶ 균등정산 방식은 계통운영자가 재생에너지 발전의 변동성을 보완해주기 위해 도입된 제도로, 삼성전자와 같이 대규모 재생에너지 수요 기업에 특히 유리한 조건을 제공한다.

태양광 균등정산 PPA 시나리오 설비구성

태양광 발전		풍력 발전	ESS 설비
설비규모	발전량	N/A	N/A
14,992 MW	24,700GWh		

균등정산 시나리오에 따르면, 14.9GW 규모의 신규 태양광 발전설비만으로 추가 전력수요를 충당할 수 있어, 용인 국가산단에 재생에너지를 저렴한 비용으로 신속하게 조달하는 것이 가능하다. 제11차 전력수급기본계획에 따르면, 태양광 설비 용량은 2024년 기준 28.1GW에서 2032년까지 61.7GW로 확대될 계획이며, 이러한 설비 확충은 충분히 실현 가능한 목표로 평가된다.

태양광 균등정산 PPA 시나리오 경제성 분석

PPA 가격	총 전력구매비용	현상유지 시나리오 대비 편익 (2030~2050)
236,243/MWh	122조 5370억원	30조 4860억원

균등정산 시나리오 분석 결과, 삼성전자가 2030년부터 2050년까지 부담해야 할 총 전력구매 비용은 116조 7,023억 원으로 추정되었으며, PPA 가격은 MWh 당 23만 6243원으로 전망되었다. 삼성전자는 현상유지 시나리오 대비 약 30조 4860억원의 전력 구매비용을 절감할 수 있어, 상당한 비용편익을 기대할 수 있다.

◦ 태양광 50% PPA 시나리오

해상풍력 포함 PPA 시나리오는 대규모 해상풍력, 태양광 및 ESS 설비를 모두 포함하여, 삼성전자의 비용 부담이 상대적으로 크다. 해상풍력 인허가 소요 기간 등을 고려할 때 2032년까지 해상풍력 PPA를 통해 전력을 조달하는 데에는 현실적인 어려움이 예상된다. 또한, 균등정산 시나리오의 경우에는 삼성전자의 편익을 극대화할 수 있는 방안이지만, 한국 전력이 계통 운영과 안정화를 위해 부담해야 할 책임이 커지므로, 한전 및 산업부와의 정책적 협의가 필요하다. 이에 대안으로 세번째 시나리오를 태양광 50% PPA 시나리오로 구성하였다.

26 산업통상자원부, '재생에너지전기공급사업자의 직접전력거래 등에 관한 고시' 전부개정(안) 행정예고, 2025. 02. 28.

태양광 50% PPA 시나리오 설비구성

태양광 발전		계통용량	ESS 설비	
설비규모	발전량	보급용량	설비규모	방전시간
9948MW	12,349.5GWh	12,349.5GWh	3GW	4시간

태양광 50% PPA 시나리오의 경우 태양광 9.9GW와 ESS 설비 3GW를 설치하여 전력수요의 50%를 태양광 발전을 통해 공급받는 방안으로 구성하였다.

태양광 50% PPA 시나리오 경제성 분석

PPA 가격	총 전력구매비용 (PPA + 전기요금)	현상유지 시나리오 대비 편익 (2030~2050)
229,380/MWh (2030) ~ 302,023/MWh (2050)	128조 6572억원	24조 3658억원

50% REC 구매비용

REC 구매비용	REC 구매비용 포함 현상유지 시나리오 대비 편익 (2030~2050)
5조 3230억원	19조 428억원

태양광 50% 시나리오의 경우 전체 전력의 50%를 한국전력을 통한 전기요금 방식으로 조달하게 되면서, 태양광 균등 정산 PPA 시나리오 대비 전력구매 비용 절감 효과는 다소 낮다. 그럼에도 불구하고, 태양광 50% 시나리오는 현상유지 시나리오 대비 24조원이 넘는 편익이 발생한다. 또한, 균등정산 시나리오 대비 요구되는 태양광 설비 규모가 작아 상대적으로 실행이 용이하다는 장점이 있다.

다만, 삼성전자는 100% 재생에너지 조달 목표를 달성하려면, 나머지 50%의 전력에 대해 REC를 구매해야 하며, 이에 따른 추가 비용은 약 5조 3230억원으로 추정된다. REC 구매 외에도 온실가스 감축 효과가 더 높은 지분 투자 방식의 재생에너지 조달 방식도 적극 고려할 수 있다.

4. 결론

용인 반도체 국가산단에 가스 발전소 6기를 건설할 경우, 이로부터 배출되는 온실가스로 인해 한국의 2050년 탄소중립 목표 달성에 지장을 줄 수 있다. 화석연료 기반으로 생산된 반도체칩에는 이른바 '탄소 꼬리표'가 붙게 되며, 글로벌 녹색 무역 장벽이 강화되는 상황에서 한국 반도체 산업의 글로벌 경쟁력은 저하될 가능성이 크다.

산업부는 용인 반도체 국가산단 인근 지역의 풍부한 태양광 및 풍력 잠재량을 적극 개발하고, 이미 진행 중인 재생에너지 프로젝트와 국가산단 간 연결을 극대화하기 위한 정책을 수립해야 한다. 이와 함께 ESS 설치를 적극 지원할 경우, 탄소중립 반도체 클러스터의 실현은 충분히 가능하다.

특히 삼성전자가 용인 국가산단의 초기 전력수요인 3GW를 재생에너지로 조달할 경우, 조달 비중과 방법에 따라 약 2조 2,820억원에서 3조 4,860억원에 이르는 비용 절감 효과도 기대할 수 있다.

재생에너지 조달 시나리오 비교

시나리오	현상유지 대비 삼성전자 편익	탄소감축 효과	필요한 정책적 변화 및 지원
해상풍력 포함 PPA	★	★★★★	1. 해상풍력 인허가 간소화 2. 해상풍력 송전망 건설 3. 태양광 이격거리 완화 4. PPA 제도 개선 5. ESS 보상 개선
태양광 균등정산	★★★★	★★★	1. 태양광 균등정산 적용 2. 태양광 이격거리 완화 3. PPA 제도 개선
태양광 50% PPA	★★★	★	1. 태양광 이격거리 완화 2. PPA 제도 개선 3. ESS 보상 개선
태양광 50% PPA + REC 50%	★★	★★	1. 태양광 이격거리 완화 2. PPA 제도 개선 3. ESS 보상 개선

이는 LNG 발전소 건설·운영으로 인해 발생할 탄소 배출, 주민 건강 피해 등 사회적 비용을 포함하지 않은 보수적인 추정이다. 이러한 사회적 비용 절감 효과와 더불어, 삼성전자 반도체 부문의 탄소경쟁력 강화가 필수적인 점을 고려할 때, 재생에너지 기반 국가산단 조성은 가장 합리적인 방향이라고 할 수 있다.

정부와 삼성전자가 추진 중인, 세계 최대 규모의 반도체 클러스터에 어떤 에너지를 통해 전력을 공급할 것인가는 단순한 전력 수급의 문제가 아닌, 한국 산업과 경제의 미래 경쟁력을 좌우하는 중대한 결정이 될 것이다.

5. 정책제언

재생에너지 기반 용인 반도체 국가산단을 구축하기 위해 본 보고서고는 아래와 같은 정책 제언을 제시한다.

- 정부, 발전사, 반도체 입주기업으로 구성된 첨단 특화단지 전력공급 유관기관 실무협의체(T/F)는 3GW 규모의 LNG 발전소 건설계획을 철회하고, 이를 대체할 수 있는 재생에너지 조달 방안을 마련해야 한다.
- 국토교통부는 국가산단 인근지역 지자체들과 협력하여 태양광 이격거리 규제를 완화하고, 용인 인근 지역 내 태양광 입지를 선제적으로 확보해야 한다.
- 산업통상자원부가 PPA 제도를 개선하는 동시에, 한국전력은 계통운영자로서 ESS 설치 등 유연성자원을 확대함으로써 기업들의 PPA 참여를 적극 유도해야 한다.
- 삼성전자는 2050년 RE100 목표를 달성하기 위해 용인 반도체 국가산단 재생에너지 조달에 적극적으로 참여하고 중장기적인 재생에너지 조달 계획을 수립,공개 및 이행해야 한다.
- 정부와 삼성전자는 향후 계획 중인 7GW규모의 중장기 전력공급 계획에 대해서도 경제적·환경적 영향을 재검토하여, 구체적인 재생에너지 전력 공급 방안을 마련해야 한다.

6. 부록

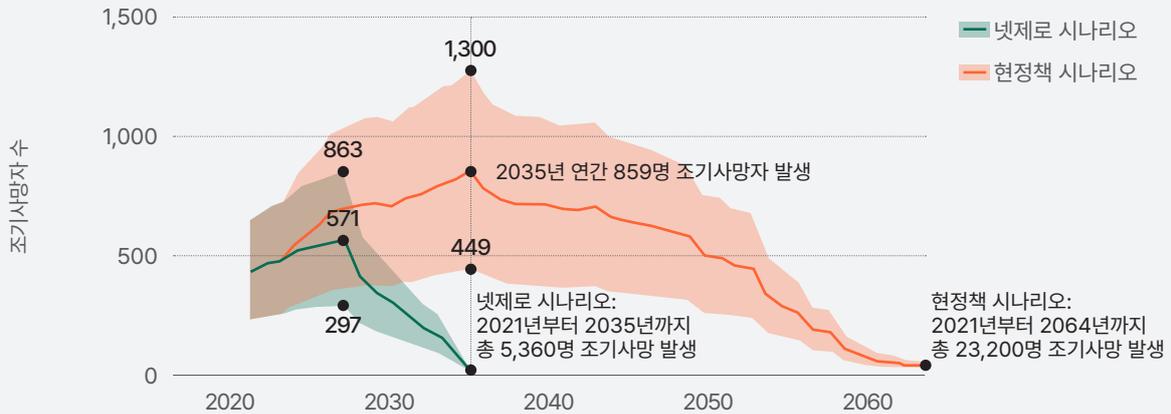
1-1 블루수소 혼소 시 배출량 예상

총 온실가스 배출량 (만 톤)				
가스발전기 기존배출량*	50% 혼소 후 배출량 (A)	블루수소 탄소집약도 (kgCO ₂ e/kgH ₂)	블루수소 배출량 (B)	합계 (A+B) (기존 대비 %)
163.3 (100%)	127.3 (78%)	3.4	11.0	138.3(85%)
		5.2	16.9	144.2(88%)
		7	22.7	150.0(92%)
		5.5	17.8	145.1(89%)
		10.5	34.1	161.4(99%)
		15.4	50.0	177.3(109%)

* 보령 신복합 1호기 건설 환경영향평가 자료에 제시된 온실가스 배출량을 기준으로 산정
출처: 기후솔루션

블루수소의 경우 생산과정에서 발생하는 배출량으로 인해 블루수소의 탄소 집약도에 따라 혼소 시 배출량 감소효과가 달라지며 이로인해 최종 배출량은 오히려 증가할 수도 있음.

1-2 가스발전으로 인한 조기사망자 수



조기사망자 수	중간	최소	최대
현정책 시나리오	23,200	12,100	35,000
넷제로 시나리오	5,360	2,800	8,070

제9차 전력수급기본계획(현정책 시나리오)에 따르면 2035년 가스발전으로 인한 조기사망자는 연간 859명으로 예측되었으며 2064년까지 총 23,200명의 조기사망자가 발생함.

2-1 태양광 및 풍력 발전 잠재량 산출방안 및 경제성 기준

태양광 발전

요소	주요 전제
지역	용인 반도체 국가산단 25km 이내 지역
태양광 발전 이격거리	현행 이격거리가 있는 지자체의 경우 건물로부터 100m의 이격거리 권고안을 따르며, 이격거리가 없는 경우 이격거리를 포함하지 않음
상위법상 제약조건	한국에너지공단 '신재생에너지 백서(2020년)'에 기반
태양광 경제성 분석	에너지경제연구원의 '재생에너지 공급확대를 위한 중장기 발전단가(LCOE)전망 시스템 구축 및 운영(4/5)'에 기반 신재생에너지 사용인증서(REC) 가격 제외
PPA 수익률	연 7.5%
토지비용	공시지가 데이터(격자별 넓이 가중평균)
총 잠재량	66GW

풍력 발전

요소	주요 전제
지역	경기도, 인천, 충청남도 20km 이내 지역의 해상
상위법상 제약조건	한국에너지공단 '신재생에너지 백서(2020년)'에 기반
풍력 경제성 분석	에너지경제연구원의 '재생에너지 공급확대를 위한 중장기 발전단가(LCOE)전망 시스템 구축 및 운영(4/5)'에 기반 해상풍력은 육상풍력대비 50% 높을 것으로 가정 신재생에너지 사용인증서(REC) 가격 제외
PPA 수익률	연 7.5%
총 잠재량	11GW

참고문헌

- 한국토지주택공사, '용인 첨단시스템반도체 클러스터 국가산업단지 개발사업 환경영향평가서', 2024. 7.
- 한국토지주택공사, 용인 첨단시스템반도체클러스터 국가산업단지 산업단지계획 승인신청서 (요약), 2024. 4.
- 뉴스핌, "용인 반도체 클러스터' 추진 본격화...동서·남부·서부발전, 각 1GW 발전소 건설', 2024. 11. 27.
- 한국토지주택공사, '용인 첨단시스템반도체 클러스터 국가산업단지 개발사업 환경영향평가서', pg. 169, 2024. 7.
- 삼성전자, 2024년 지속가능경영보고서, 2024. 03.
- 기후솔루션, "'보령 블루수소 프로젝트'의 3가지 숨은 그림자", 2024. 05.
- 한국토지주택공사, '용인 첨단시스템반도체 클러스터 국가산업단지 개발사업 환경영향평가서', pg. 169, 2024. 7.
- 세계일보, "[도로변, 잃어버린 숨 실 권리] 미세먼지 대응만 촉각... 질소산화물 위험 '깜깜'", [https://www.segye.com/newsView/20180422002992#:~:text=%EC%84%B8%EA%B3%84%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EA%B8%B0%EA%B5%AC\(WHO\)%EA%B0%80,%EB%8A%94%20%EC%97%B0%EA%B5%AC%20%EA%B2%B0%EA%B3%BC%EB%8F%84%20%EC%9E%88%EB%8B%A4,](https://www.segye.com/newsView/20180422002992#:~:text=%EC%84%B8%EA%B3%84%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EA%B8%B0%EA%B5%AC(WHO)%EA%B0%80,%EB%8A%94%20%EC%97%B0%EA%B5%AC%20%EA%B2%B0%EA%B3%BC%EB%8F%84%20%EC%9E%88%EB%8B%A4,) 2018. 04. 23.
- 기후솔루션, '가스발전의 실제: 가스발전의 대기오염 영향 및 건강피해', 2021
- 정세영, "너도나도 수도권"...지역별가격제, 발전소 '지방 탈출' 불 지핀다", 전기신문, 2024. 09. 03.
- NEXT Group, 한국 산업계가 직면한 기후 리스크의 손익 영향도 분석, 2022. 01. 28.
- 김수영 기자, "TSMC-삼성 파운드리 격차 더 커졌다...세계 4분기 매출액은 26%↑", https://www.nocutnews.co.kr/news/6309961?utm_source=naver&utm_medium=article&utm_campaign=20250318050905, 2025. 03. 18.
- TSMC, "TSMC Accelerates Renewable Energy Adoption and Moves RE100 Target Forward to 2040", 2023. 09. 15
- 오스테드, "오스테드, 대만彰化 2b & 4해상풍력 발전단지 최종 투자 결정", https://orsted.kr/ko/news/2023/03/changhua2band4_fid, 2023. 03. 31.
- 산업통상자원부, '재생에너지전기공급사업자의 직접전력거래 등에 관한 고시',전부개정(안) 행정예고, 2025. 02. 28.

용인 반도체 클러스터, 재생에너지로 경쟁력을 높이다

발간일 2025년 5월

저자 임장혁 | 기후솔루션
양연호 | 그린피스

데이터분석 PLANiT

도움주신 분 이인성 | 그린피스
한가희 | 기후솔루션

디자인 Nature Rhythm