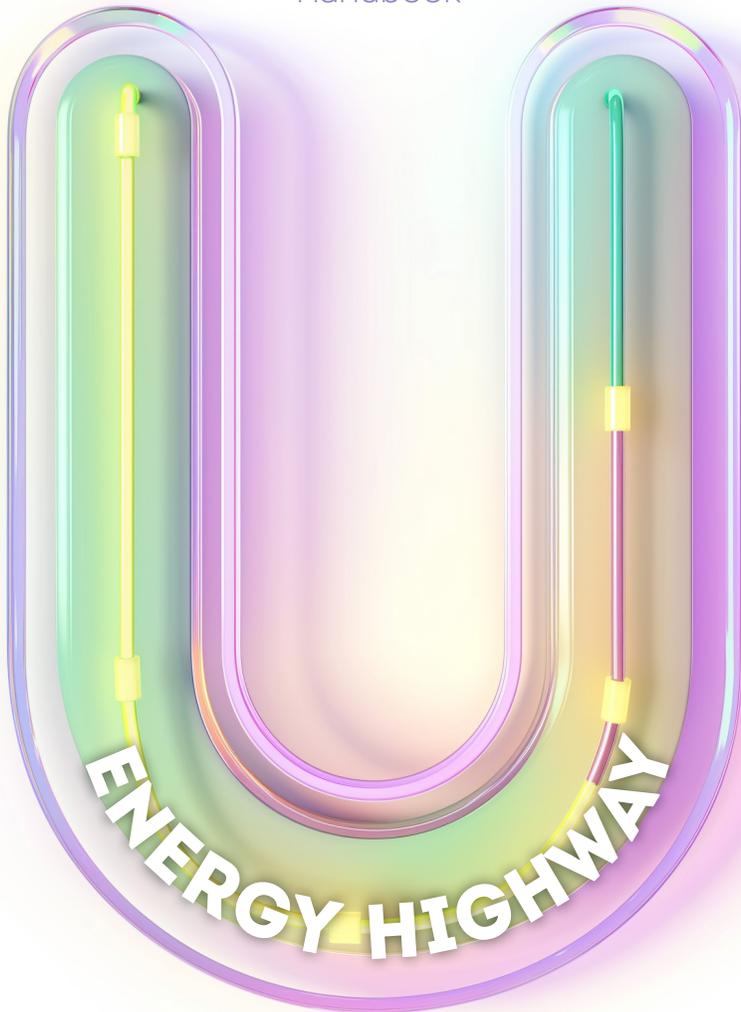


에너지고속도로 10문 10답

Handbook



* 인사말

이 한 주 민주연구원장

* 프롤로그

대한민국 에너지시스템이 마주한 결정적 질문 7

멈춘 성장, 무너지는 지역: 전환의 인프라를 준비하라 9

2025년, 전환의 속도를 올려야 11

* 에너지고속도로 10문 10답

1 에너지고속도로는 단순한 전력망? 그 이상의 미래 설계도 14

- 안전하고 유연한 전력시스템 대전환

2 지역은 만들고 수도권만 쓴다? 아니오, 이젠 함께 나눌 때 16

- 분산에너지 시대의 공정한 해법

3 서해안 에너지고속도로의 진짜 의미 18

- 인구소멸위기에서 지속가능 번영으로

- 4 **한반도 에너지고속도로는 왜 U자형일까** 20
 - 산업거점을 연결하는 경제성장 벨트

- 5 **에너지고속도로는 지역경제에 어떻게 기여할까** 22
 - RE100 산단에서 에너지신도시까지

- 6 **기업이 묻는다: 재생에너지 전기, 어디서 구하나요** 24
 - 에너지고속도로로 여는 망 거버넌스 혁신

- 7 **‘제2의 밀양 송전탑 사태’를 막으려면** 26
 - 망 인근 지역의 수용성과 공존의 조건

- 8 **돈은 어떻게 마련할까? 해외는 벌써 시작했다** 28
 - 해외 사례로 본 자원 마련 해법

- 9 **‘○○○ 논쟁’ 보다 시급한 전력시스템 대전환** 30
 - ‘에너지 비중 논쟁’을 넘어 시 스마트그리드로 새로운 먹거리 창출

- 10 **국민에게 에너지고속도로는 어떤 의미일까** 32
 - 한국 경제의 심장에 새 인프라를 놓다



‘에너지고속도로’.

이름만 들으면 “수도권만 좋은 거 아니냐”는 오해가 많습니다.

하지만 사실은 정반대입니다.

에너지고속도로는 전기를 수도권으로만 보내는 일방통행이 아닙니다.

지역과 지역을 연결하고, 재생에너지와 산업을 잇는,

대한민국 미래성장을 위한 혈관과도 같은 역할입니다.

지금 대한민국 남서부에는 넘치는 재생에너지가 있지만

북쪽 산업지대로 전력을 보낼 길이 막혀 ‘에너지 교통체증’이 심각한 상황입니다.

기업들은 RE100을 위해 재생에너지를 원하지만,

정작 전력망이 막혀 사용하지 못합니다.

지역에서는 재생에너지가 남아돌고, 기업들은 전력 부족을 호소하는

이 기막힌 불균형을 풀기 위한 해법이 바로 에너지고속도로입니다.

에너지고속도로는 단순한 송전선로가 아닙니다.

전국 에너지 시스템의 뇌이자 심장 역할을 하는 복합 네트워크입니다.

전력 흐름을 안정시키는 계통 안정화 설비,

먼 거리도 끊김없이 잇는 고성능 장거리 송전선로,

전력 사용이 몰릴 때 에너지 흐름을 저장하고 조절하는 ESS(에너지저장장치),

서해 바다를 가로지르는 최첨단 해상 HVDC 그리드,

그리고 지역 스스로 에너지를 생산하고 관리하는 분산에너지 인프라까지

모든 것이 하나로 연결된,

대한민국 에너지의 미래를 그리는 종합 설계도가 바로

에너지고속도로입니다.

이제는 에너지가 산업을 찾아가는 시대가 아니라,
에너지를 따라 산업이 이동하는 시대입니다.
재생에너지가 풍부한 지역이 미래 산업의 새로운 거점이 되고
풍력과 태양광이 넘치는 곳에 글로벌 기업과 데이터센터,
RE100 산업단지가 들어서며,
그 에너지를 타고 지역 경제가 다시 뛰어야 합니다.

과거 경부고속도로, 인터넷고속도로가 사람과 물류, 경제의 흐름을 바꾸었듯이
에너지고속도로는 대한민국의 산업지도와 에너지 흐름,
그리고 지역의 운명을 바꿀 것입니다.

수도권만 살찌우는 '일극 고속도로'가 아닌,
전국이 함께 숨쉬고, 함께 번영하는 '균형성장의 그리드'를 구축해야 합니다.
전력망을 많이 깔자는 제안이 아닙니다.
대한민국 성장 엔진을 다시 설계하자는 것입니다.

해되는 송전망을 '에너지 안보 자산'으로 간주하고
국가가 주도적으로 투자하며 민간의 참여를 이끌어내고 있습니다.
우리도 전력망을 '비용'이 아닌 '투자 자산'으로 보고,
민관이 함께 산업의 병목현상을 해결해야 합니다.

지금 대한민국 경제는 잠재성장률 하락과 구조적 위기에 직면해 있습니다.
이 엄중한 현실을 타개하는 특단의 대책이 절실합니다.

에너지고속도로가 새로운 대한민국의 성장 지도가 되어
전국 곳곳에 산업이 움직이고, 지역이 뛰고, 에너지가 흐르는 그 길에,
우리의 미래도 함께 흐르게 되길 바랍니다.

*

2025년 5월 29일
이 한 주 민주연구원장



프롤로그

- Ⅰ 대한민국 에너지시스템이 마주한 결정적 질문
- Ⅰ 멈춘 성장, 무너지는 지역: 전환의 인프라를 준비하라
- Ⅰ 2025년, 전환의 속도를 올려야



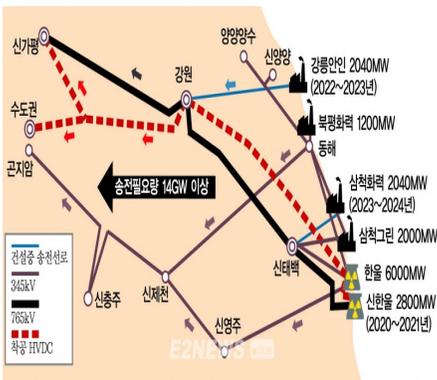
대한민국 에너지시스템이 마주한 결정적 질문

“멈출 수 없는 재생에너지, 따라가지 못하는 전력망 시스템의 단절을 바라만 볼 것인가”

● 지금의 전력망으로 내일을 버틸 수 있는가

- 전기가 필요한 곳에 공급이 안된다 - 그것도 꼭 필요한 곳에!
 - 대한민국의 전력망은 심각한 병목 현상에 직면
 - 재생에너지 확대 한계: '22년 출력제한 77건 → '24~'25년 약 1,000여건
- 전력망 제약으로 인한 발전 차질, 기존 계획으로는 계통포화 해소가 어려움
 - 동해안 지역 발전소 총 설비용량 약 17.9GW 중 송전망 제약으로 최대 7.4GW 전력이 가동되지 못함(화력발전소 약 8기 해당)
 - 호남 지역은 154kV 송전선로 36개가 필요하나, 현재 2개에 불과
- 송전망 적기 구축과 망 혁신 없이는 한국 경제 타격 우려
 - 수도권 안정적 전력 공급은 구조적으로 어려워질 전망
 - 이는 결국 반도체, AI 등 국가 첨단산업의 경쟁력 저하로 이어져

동해 · 강원 계통 혼잡 (이투뉴스, '23.3.12)



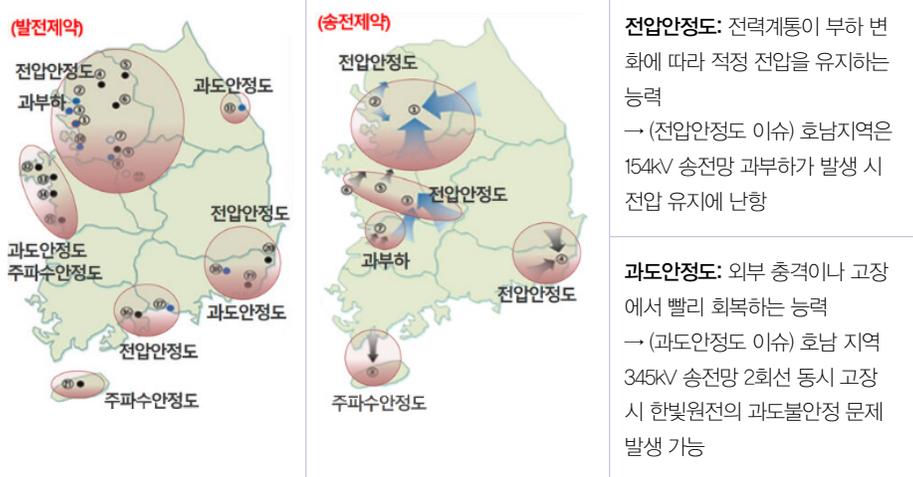
주요 전력망 건설사업 지연사례(한전)

대상사업	목표	완료	지연
500kV 동해안-신가평 HVDC	'19.2	'26.6	88개월
345kV 북당진-신당정T/L	'12.12	'24.6	137개월
345kV 당진화력-신송산T/L	'21.6	'27.12	78개월
345kV 신당진-북당진T/L	'21.6	'25.12	54개월
345kV 고덕-서안성T/L	'22.4	'23.5	13개월
345kV 신시흥-신송도 지중T/L	'23.6	'28.5	59개월
345kV 신장성 변전소T/L	'21.4	'26.6	62개월

● 망 구축에 소홀했던 윤석열 정부 경제혈맥을 뚫어야 대한민국이 산다

- 수도권은 전력 소비 40% 이상을 차지하지만, 발전소는 지방에 위치
 - 수도권 전력 수요는 전체 약 44%, 발전 설비는 23%에 불과
 - 정부는 동해안-수도권 간 HVDC 송전망 2027년 12월 완공(118개월 지연)
- 망 부족, 재생에너지도 발목 잡는다
 - 전남·전북 등은 잉여 전력으로 인해 전기를 억지로 줄이거나 버리는 상황
 - 이대로라면 2036년 호남권 재생에너지 58.5GW는 버려야(한국일보, 2024.7.22.)
 - “서해·호남의 잉여전력을 수도권으로 보내기 위한 대규모 융통선로 필요”(한전, 2023)
 - 재생에너지와 분산형 자원은 늘고 있으나, 송전망 병목은 더욱 심화
- 선택이 아닌 필수, 장거리 송전망 확충
 - 제10차 송변전 설비계획 300개 중 착공 사업은 전체 약 10% 수준
 - 망 건설 지연으로 국민들이 추가로 부담할 전기요금 연간 3,000억 원(한전, 2025)

〈전력계통 ‘동맥경화’ - 전국 발전·송전제약 발생지역 현황〉 그림 출처: 이투뉴스(2024)



멈춘 성장, 무너지는 지역: 전환의 인프라를 준비하라

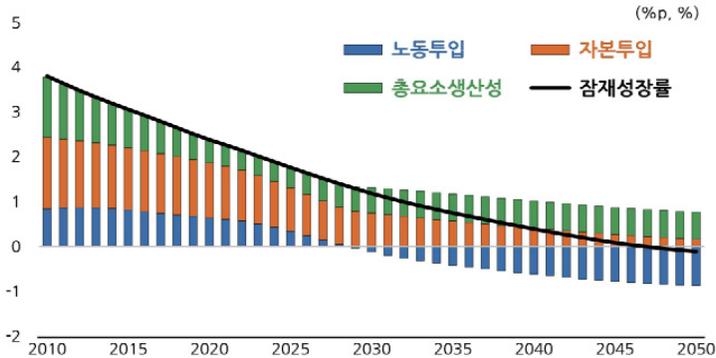
“성장 동력 확보, 전력 공급망이 관건”

● 한국의 경제 위기는 어디까지 왔는가

- “0%대 잠재성장률” 전망, 진짜 위기가 다가온다
 - 우리 경제의 잠재성장률 2040년대 0%대 전망(KDI, 2025)
 - ※ 잠재성장률: 물가 상승 없이 달성할 수 있는 최대 성장률로 장기적인 국가 경쟁력과 생활수준을 좌우하는 핵심 지표
- 소멸하는 지역, 수도권도 더 이상 안전지대가 아니다
 - 지역 수요와 인구 기반이 무너지면 수도권의 생산·소비도 위축
 - “지방이 무너지면 수도권도 무너진다. 공동 운명체다.” ~ 이창용 한은 총재(2023)

“생산가능인구 감소와 생산성 정체로 2030년대 중반 잠재성장률은 0%대 초반까지 하락” - ‘잠재성장률 전망과 정책적 시사점’, 한국개발연구원(2025)	“지금 개혁하지 않으면 10~15년 후 한국 경제는 일본보다 더 심각한 장기 정체에 빠질 수 있다.” - 이창용 한은 총재, 국회 기획재정위원회 답변(2023)
--	---

잠재성장률과 요인별 성장기여도 전망



● 수도권만 살겠다는 전략으로는 경제가 무너진다

- **지금 준비하지 않으면, 미래는 조용히 사라질 것**
 - 전국 229개 시군구 중 113곳이 인구소멸위험지역, 전체 시군구 절반(행안부, 2023)
- **에너지-경제-인구가 동시에 붕괴 중**
 - 전국 태양광 발전 출력제한 1,027건(한전, 2024년 1분기)
 - 지난 3년간 멈춰선 성장엔진: '23년~'25년 역대급 저성장, 외환보유고 61조 원 급감
 - 2022년 전국 17개 시도 중 11개 지역이 경제활동인구 감소(통계청, 2022)
- **첨단 산업은 전기 흐름이 안정된 곳에 모인다**
 - RE100 참여 글로벌 기업 400여 개, 한국 입지 조건 중 '안정적 재생에너지 수급' 최우선 고려(CDP RE100 연례보고서, 2023)

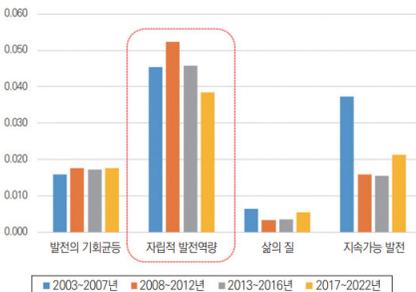
● 지역이 살고, 산업이 살기 위한 전력망 혁신 필요

- **지금 조치하지 않으면, 위기는 현실로**
 - 계통을 바꾸지 않으면 재생에너지는 남아돌고, 기업은 떠난다
 - 일부 지역은 재생에너지 출력제한 30% 이상, 수도권은 RE100 기업 입지 난항
- **지역 경제 활성화를 위해 에너지와 산업을 연결하는 인프라 신속 구축**
 - 필요한 곳에 전기를 충분하게, 효율적으로 공급할 길을 지금 만들어야

〈지역이 자립적으로 발전할 수 있는 역량, 이를 뒷받침할 인프라 절실〉

- (1) 지역간 격차에 영향을 미치는 핵심 요소: **지역이 자립적으로 발전할 수 있는 역량**
- (2) 20여년간 자립적 발전역량 불평등도는 나머지 요인을 합친 것보다 큰 수준으로 악화

(1) 균형발전의 요인별 · 연도별 불평등도



(2) 그룹 내 · 그룹 간 불평등도 비교



출처: 산업연구원(2025)

2025년, 전환의 속도를 올려야

“기술과 시장은 이미 달리는 중,
인프라만이 아직 전환의 문 앞에 서있다”

● 에너지고속도로가 들어서면 무엇이 달라질까

● 재생에너지, 막힘 없이 더 효율적으로

- 태양광·풍력 등 청정에너지를 전국 어디서나 사용할 수 있게
- 송전 병목 해소하여 재생에너지 낭비를 최소화

● AI가 관리하는 똑똑한 전기망

- AI 기반 스마트그리드로 수요예측·실시간 분산제어 가능
- 정전 위험은 낮추고, 전기 흐름 효율 극대화

● 전기, 멀리서 끌어오지 않아도 된다

- 전력 생산지와 소비지를 가깝게 연결, 송전망 최소화
- 지역 단위 분산형 전력시스템 활성화로 전력손실·송전비용 절감
- 전국 권역별로 에너지 생산과 소비의 균형 가능

● 지역이 살아난다

- 지역별 맞춤형 에너지 인프라로 일자리와 투자 유치
- RE100 산단과 같은 에너지-산업-일자리 선순환 모델 구현
- 지역에 남는 재생에너지는 수익으로 전환

● 첨단산업의 안정적 전력 확보

- 반도체·배터리·전기차 등 전력집약형 첨단산업에 안정적 전력공급 기반 마련
- 탄소중립 규범에 부합하는 전력인프라로 글로벌 공급망 신뢰성과 산업경쟁력 강화

● 탄소는 줄이고, 공기는 맑게

- 재생에너지 사용 확대로 미세먼지·탄소배출 감축, 기후위기 대응

● 해외는 이미 전력망 혁신에 몰두

(독일) 북쪽의 바람을 남쪽의 공장으로, SuedLink 프로젝트

- 북부 해상풍력을 남부 산업지대로 보내는 700km 초고압 직류송전망(HVDC)
 - 15조 원 규모, 4GW 용량, 2038년 완공 목표
- 변동성 재생에너지를 계통에 안정적으로 통합하는 독일의 핵심 인프라

(영국) 민간과 정부가 함께 짓는 통합 전력망

- 해저케이블과 스마트그리드로 수도권과 산업지역에 안정적 전력공급
 - 18개 해상풍력 연결 프로젝트(22.8GW), 약 500km 송전망 구축
- 계획입지 기반의 스마트 전력망, 기업이 먼저 찾는 미래형 인프라로

(EU) 유럽형 슈퍼그리드 구상, 바다를 에너지 하이웨이로 바꾸다

- 독일·네덜란드·덴마크·벨기에가 함께 만든 에스비에르 선언(Esbjerg Declaration)
 - 에너지안보와 산업경쟁력 두 마리 토끼를 잡기 위한 유럽 ‘녹색 발전소’ 프로젝트
 - 북해 해상풍력과 전력망을 묶어 2030년까지 65GW, 2050년엔 150GW 송전

(미국) 국가 전력망의 디지털화·현대화, 더 나은 그리드 구축 이니셔티브(BGI)

- 디지털 전력망 확충과 지역 간 연결을 위한 대규모 프로젝트 추진
 - 망 인근 지역 경제개발을 위해 20개 프로젝트 선정, 사업당 최대 3.7억 달러 지원

해외 사례	주요 내용	에너지고속도로와 유사한 방향성
독일 SuedLink	대규모 HVDC 송전망 구축으로 재생에너지 계통 통합	지역 간 재생에너지 연계 및 계통 안정화
영국 HND 스마트그리드	해상풍력 및 육상망 통합, 전력계통 최적화	지능형 전력망 및 전력 효율성 개선
EU 북해 해상풍력 하이웨이	해상풍력과 유럽 전력망 연결, 대규모 HVDC 구축	재생에너지 발전지와 산업 수요지를 연결하는 대규모 송전 인프라 구축
미국 BGI	지역 간 전력 이동성 강화 및 전력망 현대화	송전망 디지털화 및 스마트그리드 구축



에너지고속도로 10문 10답

- 1 에너지고속도로는 단순한 전력망? 그 이상의 미래 설계도
- 2 지역은 만들고 수도권만 쓴다? 아니오, 이젠 함께 나눌 때
- 3 서해안 에너지고속도로의 진짜 의미
- 4 한반도 에너지고속도로는 왜 N자형일까
- 5 에너지고속도로는 지역경제에 어떻게 기여할까
- 6 기업이 묻는다: 재생에너지 전기, 어디서 구하나요
- 7 '제2의 밀양 송전탑 사태'를 막으려면
- 8 돈은 어떻게 마련할까? 해외는 벌써 시작했다
- 9 '○○○ 논쟁' 보다 시급한 에너지 시스템 대전환
- 10 국민에게 에너지고속도로는 어떤 의미일까

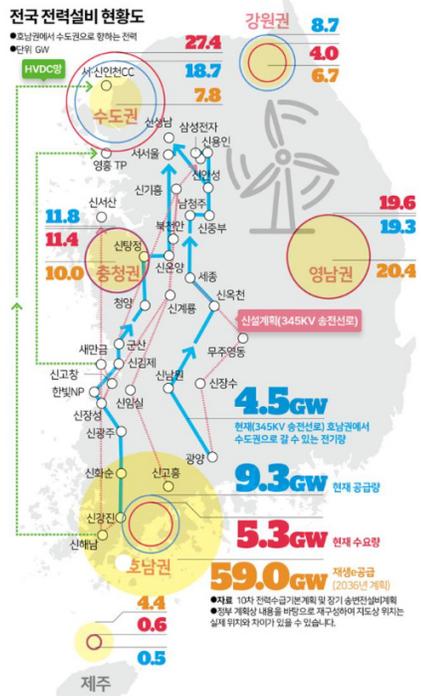


에너지고속도로는 단순한 전력망? 그 이상의 미래 설계도 안전하고 유연한 전력시스템 대전환

“기후위기에는 속도가,
산업 전환에는 전기를 실을 길이 필요하다”

● 넓고 오래된 전력망, 이대로 방치하면 국가적 손실 막대

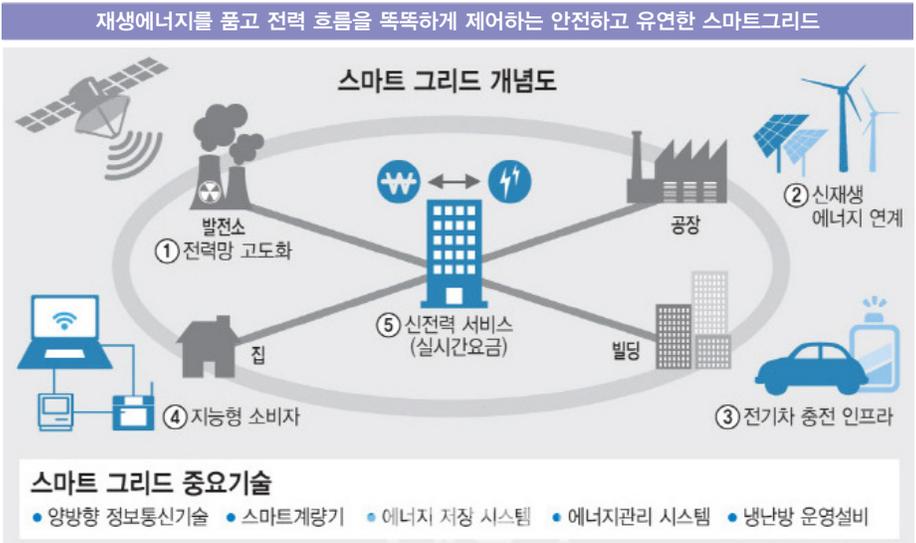
- 화석연료 중심, 중앙집중형 전력망은 한계에 봉착
 - 現 전력망은 50여년전 지어진 대형 화력발전 중심 설계, 재생에너지·분산형 전원과 충돌
- 재생에너지는 설 자리가 없다, '망 진입권'의 불평등
 - 출력제한 뿐 아니라, 계통접속 순번과 비용, 송전우선권도 불리한 구조
 - '23년도 출력제한 1,087건 발생, 10개 중 8개 태양광·풍력(산업부, 2024)
- 극한 기상에 취약, 기술 대응력은 낮다
 - 최신 제어기술·AI 도입 미비로 이상 기후·재해 대응력 우려
 - 스마트그리드 국제지수 : 한국, 38개 국 중 29위 (IEA, 2023)
- 전력망 과부하, 주파수 불안정까지 겹쳐 산업 리스크 심화
 - 송전선로 병목, 전압, 주파수 불안 문제로 과부하, 기업 입지·투자 위축 초래



출처: 한국일보, 2024

● 재생에너지를 제대로 쓰려면, 안전하고 유연한 전력망 먼저

- 재생에너지는 늘어나는데, 전기를 보낼 길은 막혀있다
 - 2036년 호남 지역 신재생에너지 발전량 64GW 예상, 현 계통으로는 절반도 수용 불가
- 전력 흐름이 불안하면, 산업도 시민도 피해
 - 급변하는 전력 흐름을 제어하는 계통 안정화 설비(동기조상기, STATCOM 등) 확대 시급
 - 주파수·전압 문제를 실시간으로 대응하는 유연한 계통 확보
- AI 기반 디지털 전력망으로 미래형 전력시스템을 구축해야
 - 실시간 전력수요 예측과 제어로 효율을 높이고 전기차·ESS와의 연결 효과 극대화
 - 미국, 유럽은 이미 이런 시스템으로 전환 중, 한국도 속도를 내야



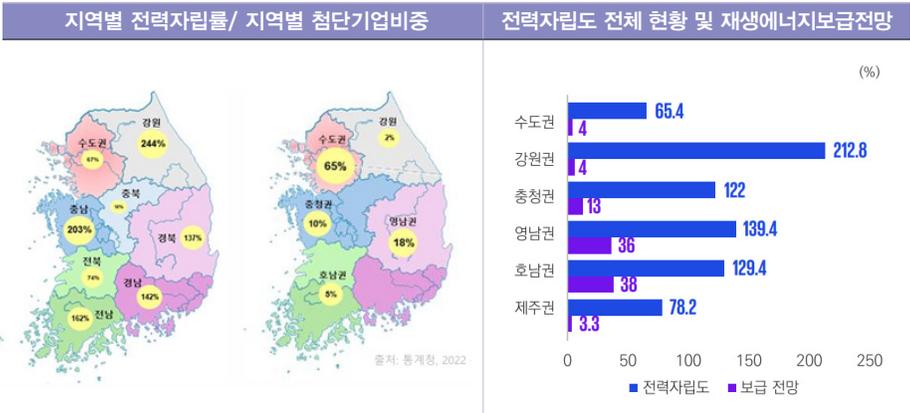
출처 : 한국스마트그리드사업단

지역은 만들고 수도권만 쓴다? 아니오, 이전 함께 나눌 때 분산에너지 시대의 공정한 해법

“기회는 함께 나눠야 지속된다.
생산과 소비를 잇는 정의로운 전기 흐름을 위해”

● 지역이 만드는 에너지, 수도권이 쓰기만 한다면?

- 지방은 생산만 하고, 수도권은 소비만 한다면 성장은 한계
 - 고전력 첨단산업(반도체·디스플레이·차전자지) 70% 이상이 수도권에 집중(산업부, 2023)
 - 수도권 데이터센터는 전체의 60%, AI 확산으로 전력 수요 더욱 증대 전망
- 지방에 머무는 전력이 지역의 성장 엔진
 - 서남권 해상풍력, 신안·해남 태양광은 빠르게 늘고 있지만 지역에서 쓰이지 못함
 - 재생에너지가 RE100 산단 등 지역 산업과 연결되지 않으면 일자리도, 인구도 지역에 머물지 않는다
- 전기, 지역에서 바로 쓰이게
 - 분산형 지능망은 고속도로로 진입하는 지역 국도와 나들목
 - 스마트그리드, 분산 전원, 에너지고속도로는 서로를 전제로 작동하는 통합적 시스템



● 지방 산업도시의 쇠퇴와 인재 유출을 막으려면

- 지역의 청년은 산업과 일자리를 따라 수도권으로 떠나고 있음
 - 2018~2022년 청년 인구 수와 비율을 보면, 수도권 집중현상 심화
- 지역의 에너지 자원이 산업 기반과 연결되어야
 - 지역 에너지 자원을 기반으로 한 지역 맞춤형 산업 유치 인프라 전략 필요

수도권 집중의 원인: '청년층'의 지역 이동 (출처: 통계청, '24)

(단위: 천 명)

청년인구 수 및 비율
2018~2022



Q 에너지고속도로 시대 – 지역별 전기요금제, 왜 필요한가요?

A 전기를 만든 지역은 정당한 보상을 받아야

- 우리가 쓰는 전기는 전국 곳곳에서 만들지만, 혜택은 수도권 등 외부로 빠르게 빠져나감
- 지역별 전기요금제는 전기를 만든 곳이 정당한 보상을 받도록, 도매시장과 소비자 요금에 지역별 차등을 두는 제도
- 이러한 보상이 미흡하면 지역 반발과 망 수용성 저하의 원인
- 예를 들어, 신안과 서남해안 해상풍력은 송전이 어려워 연간 1천억원이 넘는 전력 낭비, 이는 지역 경제를 넘어 국가적 손해(전력거래소, 2023)

A 지역별 전기요금제는 에너지고속도로의 교차로

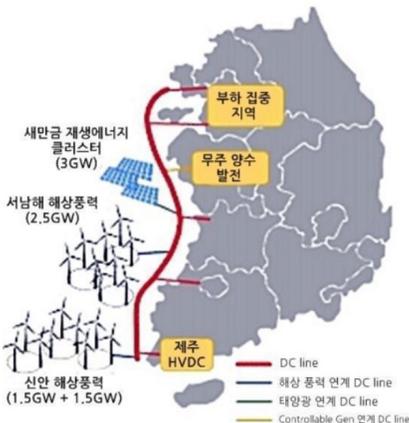
- 도매 시장에 지역별 가격체계를 도입하고, 소비자 요금도 지역여건과 산업 수요에 맞게 설계
- 망 확충, 발전사업자의 출력제어 보상, 산업 입지 전략까지 통합적으로 수립되어야 효과

서해안 에너지고속도로의 진짜 의미 인구소멸위기에서 지속가능 번영으로

“전기는 어디에서나 쓰고
에너지를 생산한 지역은 미래 산업의 거점이 된다”

● 서해안 에너지고속도로, 지역과 산업을 함께 살리는 인프라

- 서해안 에너지고속도로는 단순한 송전망이 아닌, AI 제어, 에너지저장장치(ESS), RE100 연계망까지 아우르는 ‘미래형 전력망 패키지’
 - 서남권 해상풍력에서 생산된 전기를 대형 수요처로 보내고, 산업단지로 분기하는 전력의 대동맥이자 지역의 연결선
 - 동시에, 지역 내 전력 자립과 산업 활력을 높이는 분산형 에너지시스템으로, 지역도 전환의 이익을 함께 누리도록 설계



- “수도권 첨단산업 차질 우려에… 전력망 확충 드라이브” - 이데일리, 2023.12.05.
- “재생에너지도 못 늘린다... 누가 전력망 대란을 불렀나” - 뉴스타파, 2024.05.15.
- “늘어나는 호남 재생에너지, 계통연계할 전력망 절실” - 산업경제일보, 2024.08.27.
- “전력망은 AI 시대의 혈관 ... 한국 초고압 송전 사업에 큰 관심” - 매일경제, 2024.09.02.
- “전력수요 100% 늘 때 송전망은 26% ↑ ... ‘자원 체계 마련 시급’” - 경향신문, 2024.11.20.
- “발전소 지어도 못 돌린다... 전력망 건설지연, AI 경쟁력 타격” - 지디넷코리아, 2025.05.22.

“서해안 전력고속도로 건설하자”

(출처:전기신문, 2020)

전력망 조기 구축 필요성을 강조하는 언론 보도

● 에너지가 있는 곳에, 기업이 모인다

- 서해안 에너지고속도로는 지역 발전을 위한 필수 인프라
 - 서남해 해상풍력 13GW 개발과 함께, 전력을 안정적으로 전달할 전력망 구축은 필수
 - 이를 위해, 해상 HVDC망과 지역 산단과 연결되는 육상 HVAC망 조속히 구축해야
- 풍부한 재생에너지는 이제 지역산업 유치와 인구 유입을 견인하는 핵심 자산
 - 신안 해상풍력에서 생산한 전력을 주요 산업 거점(새만금, 군산 스마트그린 산단, 전남 장흥·해남 첨단산단 등)에 직접 연결하여 RE100 기업에 안정적으로 공급
- 분산형 자원이 풍부한 지역은 새로운 에너지 거점으로 성장할 수 있는 잠재력을 보유
 - 이러한 분산에너지 자원의 효율적 활용과 통합은 서해안 에너지고속도로의 핵심 전략
 - 단순 송전을 넘어, 스마트그리드, ESS, AI 제어기술을 통합한 지능형 인프라 구축

에너지고속도로와 분산에너지, 전력망간 상호 보완적 역할

- 대규모 송전 시스템과 지역 중심 '분산에너지'가 유기적으로 결합되는 전력시스템 혁신



출처 : 산업통상자원부

한반도 에너지고속도로는 왜 U자형일까 산업거점을 연결하는 경제성장 벨트

“바람이 부는 곳, 산업이 몰린 곳, 전력이 필요한 곳을
유기적으로 연결하는 성장의 곡선”

● U자형 해상전력망, 산업 거점과 에너지자원을 ‘잇다’

- U자형 해상전력망은 전국 산업거점과 재생에너지 자원을 효율적으로 연결하는 ‘에너지 성장 벨트’
 - 서해-남해-동해-제주를 연결하는 해상 전력망으로 재생에너지 생산지-산업 거점을 연결
 - 해저 케이블로 송전 병목 없이 안정적인 전력 공급 가능
- 육상망 부담은 덜고 전력망 유연성은 더하고, 전국 단위 에너지 전환을 더 빠르게
 - 육상 송전망은 주민 수용성, 공사 지연 등 한계
 - 해상 HVDC망은 빠르게 구축 가능, 전국 단위 전력 흐름을 개선
- 지역의 성장도 함께 이끄는 에너지 인프라
 - 2040년까지 한반도 해안선을 따라 에너지고속도로가 완성되면, 남부 산업지대와 재생에너지를 연결하는 경제 대동맥이 흐르는 효과
 - 동해안 등 신규 해상 입지의 전력 수요도 빠르게 증가 중
- “에너지 기반시설은 지방의 자립경제를 설계하는 디딤돌이자, 지역소멸을 막는 생존 인프라”
(국토연구원, 2024)



● 지역을 살리는 에너지 연결선: 산업이 오고, 사람이 돌아온다

● 해상풍력과 산업 단지를 잇는 통합 플랫폼

- 서남해 해상풍력 전기를 인근 산업단지에 우선 공급, RE100 기업 유치 기반 마련
- 해저케이블, HVDC, 친환경 항만까지 전후방 산업 생태계 연계
일자리 창출과 녹색 산업 경쟁력 강화 기대

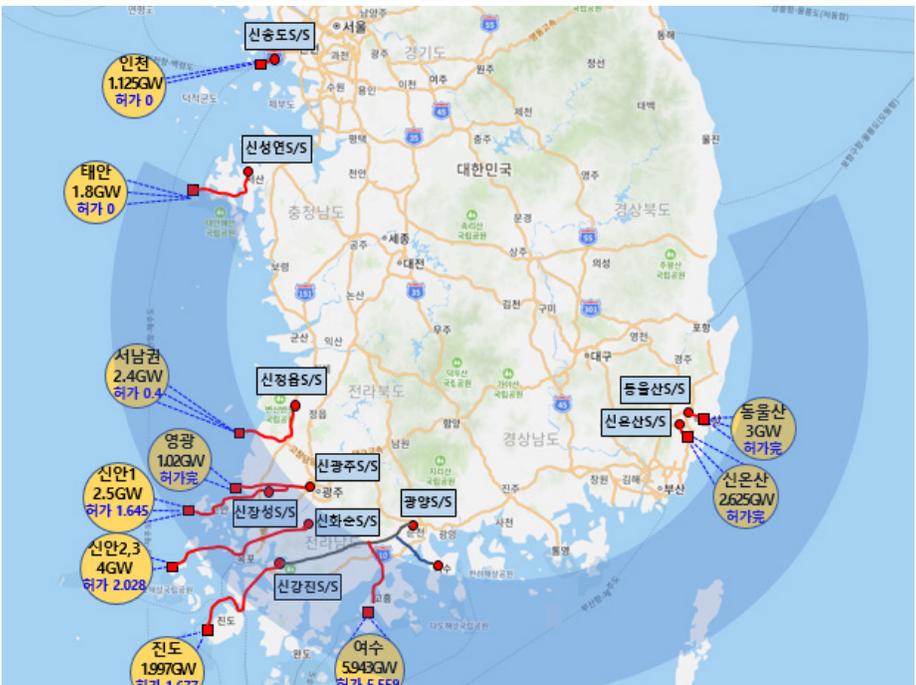
● 재생에너지 공동접속설비 빠르게, 기준은 명확하게

- 복잡한 계통 연계비용과 운영 방식 정비, 명확한 기준 마련으로 민간 투자 리스크 최소화
- 국가가 초기 투자, 민간은 안정적 참여 구조 마련

● 정부와 지자체가 함께 RE100 산업 유치

- 전력시장 참여방식과 비용 분담 원칙 표준화, 지역이 주도하는 안정적 투자 기반 마련

대규모 해상풍력을 감싸는 U자형 전력망 권역 구상



에너지고속도로는 지역경제에 어떻게 기여할까 RE100 산단에서 에너지신도시까지

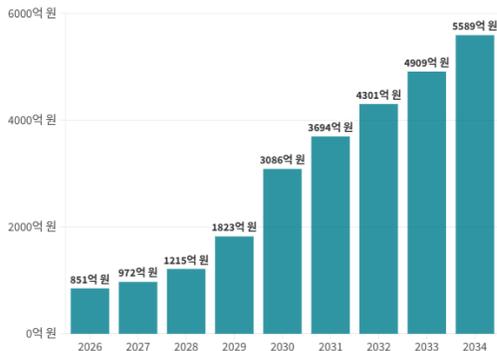
“에너지고속도로는 재생에너지가 풍부한 지역에
RE100 필요 기업과 산단을 유치하기 위한 핵심 인프라”

● 공급망 리스크에 흔들리는 산업, 생존전략이 필요하다

- **녹색 규제라는 새로운 무역장벽 앞 갈림길에 선 국내 제조업**
 - 녹색 규제 부담과 RE100 여건 부족으로 주요 제조업체들은 해외로 이전
 - 이미 2023년 해외로 이전한 한국 제조기업 중 36%가 에너지·환경 문제를 주요 요인으로 지목(KOTRA, 2024)
- **탄소가 무역의 기준이 된 시대, 재생에너지 조달 없이는 수출도 일자리도 흔들리는 상황**
 - 대한민국 RE100 참여기업의 평균 재생에너지 사용률 단 8% 불과(한국에너지공단, 2023)
이는 글로벌 평균 40~60%에 크게 못 미침(BloombergNEF, 2023)
- **우리 기업들은 준비되어 있는가**
 - 2026년 EU의 CBAM 본격 시행 첫 해, 국내 철강업계 약 851억원 비용 부담 예상(대한상공회의소, 2024) ※ 알루미늄, 시멘트 등 다른 산업 확산 시 수조 원 추가 부담 가능성

한국 철강, EU CBAM 인증서
부담 비용 전망(2026~2034)
(단위: 억원)

※ 한국과 EU 내재배출량 제품 기준
과 탄소가격은 유지 전제
출처: 대한상공회의소, 2024



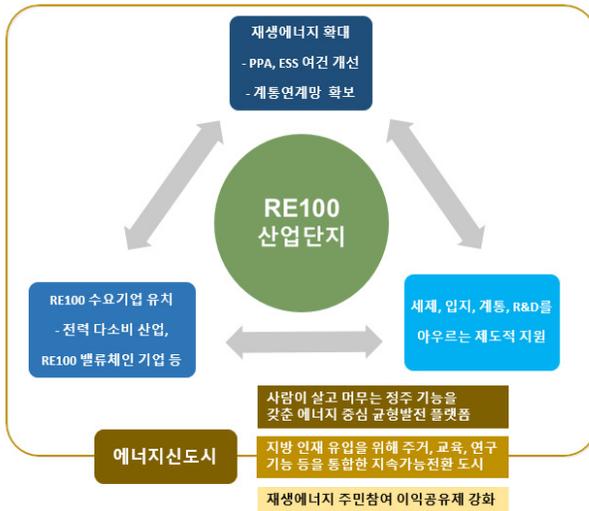
● RE100 산단, 탄소 규범에 대응하는 미래형 산업기지로

- 탄소 규범 대응은 선택이 아닌 생존 전략
 - EU의 탄소국경세, 공급망 실사법(CSDDD), ESG 공시 의무 등 글로벌 규제 본격화
 - RE100 산단은 재생에너지 조달부터 탄소관리, 투자 혜택까지 한 곳에서 해결 필요
- 기업이 재생에너지를 쉽게, 빠르게, 싸게 쓸 수 있도록
 - 산단 내 입지 기업과 인근 재생에너지 발전소를 우선적으로 계통 연결, 입지 리스크 해소
 - 전력구매계약(PPA) 확대, 전력거래 규제 완화, 전기요금 차등제 등으로 기업 맞춤형 에너지 이용환경 구축
 - 세제·입지·기술·계통·인증을 아우르는 종합 패키지 필요
- 제품 하나하나에 담긴 탄소도 관리
 - 전과정평가(LCA) 기반으로 제품 속 탄소량까지 투명하게 관리
 - 글로벌 바이어가 신뢰할 수 있는 친환경 인증 지원 체계 구축

〈재생에너지를 보내는 길에서, 사람이 돌아오는 도시로 - '에너지고속도로'〉

- RE100 산단, 사람과 기업, 삶이 어우러지는 지속가능한 도시로 성장해야

“교육, 주거, 에너지 등 정주 기능이 어우러진 에너지 중심의 플랫폼 도시 필요”



기업이 묻는다: 재생에너지 전기, 어디서 구하나요 에너지고속도로로 여는 망 거버넌스 혁신

“망이 막히면 시장도 막힌다
RE100 실현의 관문, 에너지고속도로”

● 기존의 계통운영 시스템은 새로운 리스크 대응 불가능

- 재생에너지가 확산되고 있지만, 기존 계통은 버티지 못한다
 - 태양광·풍력 같은 인버터기반 직류(DC) 전원이 빠르게 늘면서 전력망은 불안정해지는 구조
 - 실시간 수급 예측이 어려워지고 정지 또는 출력제어 반복
 - 경직성 전원(기저화력·원전 등) 비중: 2022년 38.6% → 2036년 67.2%
유연하지 못한 전력망은 재생에너지 비중을 높이려 해도 출력 제한 발생
- 지난 정부의 계통 안정화 대응 계획, 현저히 부족한 수준
 - 제10차 전력수급기본계획상, 계통 유연성 자원 확보 목표는 약 26GW 수준
 - 그러나 IEA(국제에너지기구)는 한국이 2040년까지 현재 대비 약 3~4배 수준
계통 유연성 확보가 필요하다고 지적
- 전력망 구조 전환과 계통 유연성 확보를 위한 설비 투자 확대 필요

〈전력망 안정성 확보의 중요성 : 주요 해외 정전 사례 및 시사점〉

국가·지역/시기	발생원인	피해규모	시사점
미 캘리포니아/'20	열폭풍, 예비력 부족	500MW 순환정전	신규 자원 도입과 적정 예비력 설계, 재생에너지 예측력 강화를 통한 전력망 안정성 확보 필요
영국 웨일즈/'19	복합발전기 고장, 풍력발전기 고장	100만명 정전 피해	
호주 남호주/'16	선로고장(토네이도) 풍력발전기 파급고장	85만명 정전 피해	
스페인 남부/'25	전력망 과성, 예비력 부족	철도 중단 등 광범위한 피해	

● 재생에너지 전기로만 가는 산업단지가 필요한 이유

- 우리 기업, RE100 외면 시 수출액 최대 40% 감소
 - RE100에 참여하지 않을 경우 자동차 15%, 반도체 30%, 디스플레이 40% 수출액 감소 전망(KDI, 2021)
 - 기업의 약 60%, RE100 미 이행시 수출에 부정적 영향 예상(대한상공회의소, 2024)
 - 기업의 약 70%, RE100 대응에 부담 느껴(한국무역협회, 2023)
- 재생에너지가 늘어나면서 기존 망 한계, 선제적이고 통합적 접근 필요
 - 육지와 바다를 잇는 '통합 전력망 마스터플랜' 필요
 - 단기와 중장기 목표를 나눠 해상풍력 계통 연계방식을 미리 설계해야
- RE100 산단은 전력의 연결을 넘어, 재생에너지를 우리 산업 경쟁력으로 바꾸는 기지
 - PPA제도 개선과 특별 지원을 통해 재생에너지가 풍부한 곳에 친환경 산업 생태계를 구축

● 계통접속 및 망이용 인센티브 제도 개선 필요

- 재생에너지 우선 접속 원칙 도입
 - 계통 혼잡지역에서도 재생에너지 설비의 우선 접속을 보장
 - 제어 가능한 유연성 자원 접속 기준을 명확히 하여, 계통 안정성과 효율성을 동시에 확보
- RE100 산업단지 대상 통합 인센티브 제공
 - 망이용료 대폭 인하 및 면제, 입지 인허가 원스톱 처리, 세제 지원, PPA 체결 시 우선 적용 등
- RE100 산단의 자체 망 운영 범위 확대
 - 유연한 전력 운영과 동시에 국가 계통계획과의 충돌이 없도록 체계적인 조율

국내 수출기업이 RE100 관심을 가지는 이유



국가별 RE100 참여기업 증가 추이(누적)



출처 : 한국무역협회(2024) 출처: Climate Group RE100; 한국무역협회 재인용(2024)

'제2의 밀양 송전탑 사태'를 막으려면 망 인근 지역의 수용성과 공존의 조건

“갈등의 본질은 ‘망’이 아니라 ‘신뢰의 상실’,
수용성은 이익 공유와 존중에서 시작”

● 전환의 속도를 늦추는 장벽, ‘지역의 희생’

● 가장 큰 핵심 송변전망 지연 사유, ‘주민 수용성’

- 밀양 송전탑 건설에는 주민 반대로 소송만 10년 이상 걸렸고, 물리적 충돌로 번짐
- 전력망 확충은 반드시 필요하지만, 지역의 신뢰 없이 추진하면 전환의 속도는 더딜 것
- 사업 초기부터 건설 반대, 입지 무효 소송, 지중화 요구, 지자체간 갈등이 반복되는 상황, 계통 확장 이전에 먼저 신뢰 구축 조치가 확보 되어야

● “햇빛연금 · 바람연금”으로 주민도 수익을 나눠야

● 신안군은 재생에너지 수익을 주민과 공유하면서 전국 유일하게 인구 증가

- 2024년까지 누적 배당금 220억원
- 2032년까지 주민 1인당 월 50만원 지급 목표

신안군 햇빛연금

신안 ‘햇빛연금’ 수익 220억 돌파·

지역경제 활성화·친환경 에너지 전환 성공 모델 ‘수목’
올해 120억→내년 137억 증가...매년 가파르게 증가

신재생 에너지 사업의 물적·주요인력 계 수를 배분하는 신안군 ‘햇빛연금’의 누적 수익액이 220억원을 돌파하며 지역경제 활성화에 전환점 에너지 전환의 성공 모델로 주목받고 있다. 2017년 신안군에 따르면 햇빛연금은 지난 2024년 첫 지급에 본격적으로 시작, 매년 급격히 증가하며 지역 주민들에게 안정적인 경제 혜택을 제공하고 있다.

올해에는 120억원 사후를 열고, 2030년이라는 연간 100억원의 지급을 예상하고 있다. 햇빛연금은 첫 지급 이후 지속적으로 급증해 2024년 말까지 100억원을 달성했으며, 지난해 분기까지 100억원

을 돌파하는 성과를 이뤘다. 특히 원년배상형에너지 원금지원 배 분연금을 포함해 올해까지는 연간 수익액이 100억원을 넘어서고, 신의 태양광 발전 사업 운영이후 2024년까지는 연간 100억원으로 증가할 예정이다.

이러한 성과는 주민 수용성을 확보하고 태양광·풍력 에너지에 대한 인식을 크게 개선하는 데 크게 공헌하고 있다. 영남발전 미치고 있다.



또한 신안군은 2024년 5월부터 햇빛 연금수입 지급을 시작했고, 10여 개소의 어항 약 300헥타에 1만여 개량의 양식장도 조성했다. 시·군에는 17년 동안 원. 원에 예는 월 10만원씩 총 120만원을 지급할 예정이다.

구양리 마을 공동체 햇빛 발전소



● ‘이익공유제’, 지역 맞춤형으로 더욱 확대

- 신안 등 주민참여 이익공유제의 성공 사례가 여타 지역에도 확산될 수 있도록, 지자체와 사업자는 주민 대상 설명회를 원칙적으로 마련할 필요
- 주민참여 비율과 연동하여 지역의 미래 투자로 사용
 - 지역 맞춤형 이익공유 설계· 강화
 - 발전 수익을 지역 일자리, 복지, 기후대응 기금으로 연결

● 주민참여형 재생에너지를 위한 제도 개선 방향

- 계통: 주민 참여 재생에너지는 우선적으로 전력망에 연결되도록 제도적 지원
- 판매: 주민 참여형 사업은 고정가격 계약이나 REC 가중치 우대 등 안정적 수익기반 제공
- 입지: 태양광 거리 제한 등 과도한 규제 완화, 유휴부지 중심 개발로 갈등 최소화 등

Q 햇빛·바람연금은 ‘전기요금 인상 폭탄’?

A 햇빛·바람연금이 전기요금 인상요인으로 작용한다고 보기 어려움

재생에너지로 인한 전기요금 인상요인이 없다고는 할 수 없으나(2022년 전기요금 인상 요인 중 재생에너지 비중 5%, 산업부), 햇빛·바람연금은 참여주민과 사업자간 사업수익 중 일부에 대한 공유 문제이므로 전기요금과는 별개

Q 햇빛·바람연금은 햇빛의 값으로 ‘공짜 돈 퍼주기’?

A 햇빛연금의 본질은 전력 생산 지역이 수익의 일부를 돌려받는 권리를 제도화한 것

연료비는 0원이지만 지역 주민이 개발권을 가진 공유지를 내주고, 기반 시설에 협조하며 입지 리스크를 감내하는데 따르는 이익공유이자 지역 주민의 에너지 복지 모델

Q REC 기반 이익공유, ‘한전 적자로 나눠먹기식 사업’?

A 오히려 갈등 비율을 줄이고, 장기적으로 한전 적자를 완화에 기여

주민참여형 사업은 지역의 수용성을 높여서 사업 지연, 갈등 조정 등 사회적 비용을 절감시키는 효과가 큼. 이는 중장기적으로 전력망 건설 및 운영 비용을 절감시켜, 한전의 계통비용 부담을 감소시키는 효과가 있음

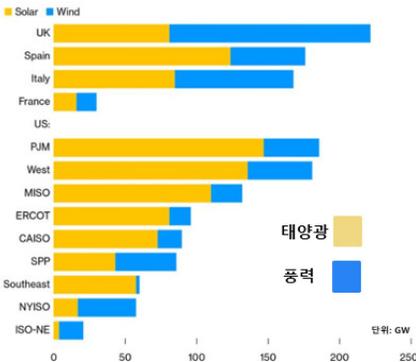
돈은 어떻게 마련할까? 해외는 벌써 시작했다 해외 사례로 본 자원 마련 해법

“국가가 방향을 제시하고 민간이 함께 움직인다
공공성과 수익성이 함께 가는 길, 에너지고속도로”

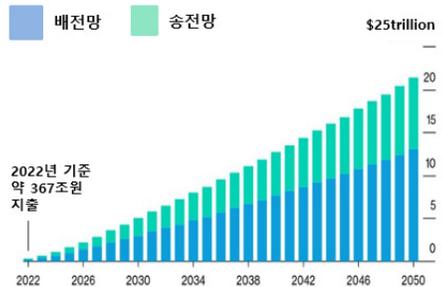
● 전력망 확충은 ‘에너지안보’와 직결되는 국가 산업 전략

- 주요국은 전력망 혁신을 에너지안보 핵심과제로 인식, 국가적 역량 투입
 - 전력망 신규 건설, 노후 전력망 설비 현대화, 재생에너지 연계 인프라 구축 등 대대적인 전력망 투자 추진(산업부, '23)
 - 이에 송배전망 투자에 전 세계적으로 21조 달러 이상 지출 예상(BloomberNEF, '23)
- 물리적 망 구축을 넘어, 재생에너지 수용을 위한 유연한 전력시스템 구축은 전세계적 화두
 - 미국도 송전선의 약 70%가 25년 이상 되는 등 전력망이 노후화
 - 유럽과 미국은 1,500GW의 태양광·풍력 발전용량이 계통접속 대기 중, 현재 그리드의 두 배 이상 규모의 초대형 그리드 필요

미국과 유럽 전역 계통접속
대기물량(BNEF, '23)



2050 탄소중립을 위한 송배전망
투자규모(BNEF, '23)



● 공공 주도 체계적 투자와 민간 유입 전략 병행

- 거버넌스 정비와 대규모 투자 계획 수립 필요
 - 전력망확충특별법으로 송전망 투자에 대한 법적 근거 마련
 - 계획 수립부터 인허가, 투자 집행까지 일관된 추진체계 확립
- 민간 투자와 전력망 공공투자의 전략적 결합
 - 대규모 해상풍력 프로젝트에 민간 투자 진행 중
 - ▲ 남해안 20GW: 약 140조원
 - ▲ 울산 부유식 해상풍력 6GW: 약 48조원
 - ▲ 해상풍력 1G 설치비용: 7~8조원

● 자원 마련을 위한 다각화 전략

- 송전 요금 현실화
 - 예비력, 계통혼잡, 송전손실 비용을 포함한 송전요금 체계 개선으로 자원 확보
- 공공-민간 합동투자 모델 도입
 - 공공은 송전 인프라, 민간은 발전사업 중심으로 역할분담 체계마련
 - 국비, 전력산업기반기금, 발전사업자 부담금, 녹색채권 등 다양한 자원 활용방안 수립
- 민간 자본 유입을 위한 제도적 지원
 - RE100 산단/특구 지정 등 민간 인센티브 제공
 - 녹색채권 발행 등 그린 파이낸싱 활성화
 - 발전사업자에게 일정 비율 전력망 투자 부담 유도

“깨끗한 미래의 열쇠는 전력망 업그레이드”

- “전 세계는 2050년 까지 전력망 용량을 두배로 늘려야”
- “송전망 확충과 지역 간 연결 강화를 통한 재생에너지 잠재력 실현 가능”
- 빌 게이츠, 2023
- (미국) 인프라법 통해 전력망 보강에 1천억 달러(약 130조원) 투자('21)
- (일본) 북부 해상풍력 연계를 위해 해저 HVDC 송전망에 약 7조엔(약 65조원) 투자('23)
- (중국) 중국국가전력망공사는 올해 총 890억달러(약 100조원)를 들여 HVDC 투자
- (독일) 재생에너지 연계를 위해 송전망 43개 노선, 약 18만 km 확충 계획 수립 중

'○○○ 논쟁' 보다 시급한 전력시스템 대전환 '에너지 비중 논쟁'을 넘어 AI 스마트그리드로 새로운 먹거리 창출

“에너지 예송논쟁 보다 중요한 질문,
어떻게 더 똑똑하게, 더 유연하게,
더 안정적으로 흘러보낼까”

● ‘○○○ 논쟁’은 이제 끝내고, AI 전력망으로 미래 먹거리를 창출할 때

- 에너지고속도로는 전력망을 고부가가치 산업 플랫폼으로 전환하는 국가 전략 인프라 사업
 - 세계 전력망 신산업 시장, 2030년까지 무려 약 4조 달러 규모로 성장 전망 (한화 약 5,400조 원/ 출처: IEA, BloombergNEF)
 - 미국·EU는 AI 스마트그리드, ESS, P2X 등 미래 전력망 산업에 민간 투자 확대 중
 - 한국은 아직도 ‘에너지 비중’ 논쟁에 갇혀 전력망 논의는 뒤쳐져 있음



뉴스7 미래전력망 없으면 반도체·AI 먹통

● 대다수 전문가와 주요 언론은 전력망 혁신, HVDC 적기 구축의 중요성에 공감

- MBN, “미래 전력망 없이는 반도체 가동 중단, AI 산업발전도 제동 걸린다”
- 한겨레, “안정적 전력공급 없이 첨단 산업 경쟁력 불가”
- 조선일보, “스마트 전력망 구축 실패 시, 핵심 산업 먹통 위기”



김종철 | 한국전력 사장
GW급 대용량 HVDC 기술 국산화를 반드시 이뤄내겠습니다.

● 고부가가치 전력망 신산업, 산업 전환의 핵심

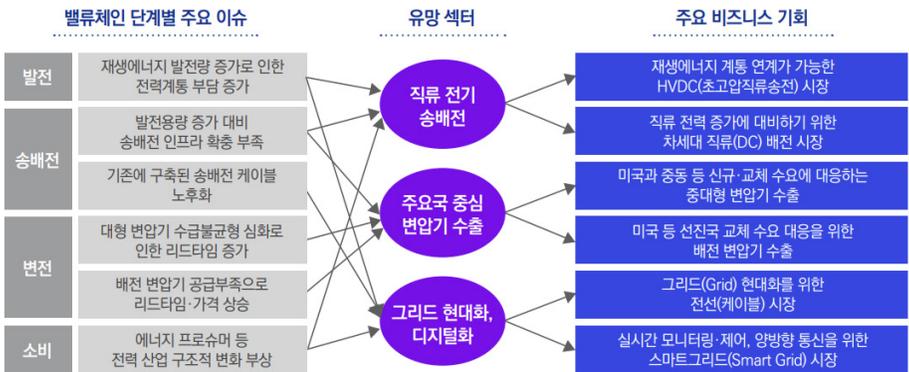
● 디지털 전력망을 미래산업으로 투자하는 국가가 전환을 주도

- 글로벌 스마트그리드 시장은 연평균 20% 이상 성장 중, 2030년에는 약 1.4조 달러 시장으로 확대될 전망 (Allied Market Research)
- 미국은 IRA(인플레이션감축법) 기반으로 2022~2031년까지 2천억 달러 이상을 전력망 혁신에 투자할 계획(McKinsey)
- 2023년 글로벌 전력망 스타트업 투자는 약 420억 달러 이상(PwC Energy Report)
 - ※ 한국의 전력망 디지털화 투자수준은 OECD 평균의 절반 이하, 경투자 확대 시급 (2023, 에경연)

● 전력망은 산업의 중추

- 미래 자동차, 반도체, 데이터센터, 수소·암모니아 기반 산업 등 차세대 전략산업 모두 안정적이고 지능화된 전력망을 기반으로 함
- 전력망은 AI 기반 운영, 스마트 ESS, 수요 반응, 데이터 기반 전력 거래 플랫폼 등 에너지에서 ICT, 반도체, 소프트웨어까지 전 산업 스펙트럼이 확장되는 핵심 인프라
- 전력망 산업은 밸류체인 전반에 걸쳐 고부가가치 산업으로 진화 중
- 발전-송전-배전-소비 단계 전체에 걸쳐 새로운 산업 생태계가 빠른 속도로 형성되고 있어, 향후 글로벌 시장을 선도할 전력망 유망 섹터와 신규 비즈니스 확보 중요

미래 전력산업을 견인하는 유망 섹터 및 주요 비즈니스 기회 - 삼정KPMG, 2025



국민에게 에너지고속도로는 어떤 의미일까 한국 경제의 심장에 새 인프라를 놓다

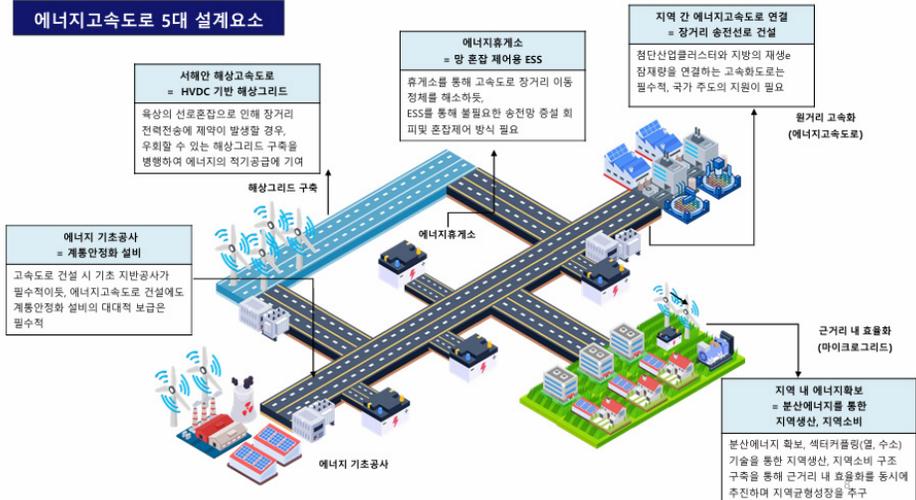
“어디에 살든 누구나 깨끗하고 안전한 전기를 누릴 권리,
국가의 품격을 지키는 경제 인프라”

● 2025 에너지고속도로, 대한민국의 새로운 동맥

- **시가 실시간 전력 흐름을 제어하는 똑똑한 전기길**
 - 낭비 없이, 병목 없이, 더 멀리, 더 많이 전기를 흐르게
- **반도체, 전기차 등 첨단 산업에 안정적으로 전력을 공급**
 - 산업 수요에 맞는 맞춤형 인프라로 녹색 무역장벽에 대응하여 기업 경쟁력 강화
- **재생에너지를 기반으로 한 지역 전력 시스템**
 - 서남해 해상풍력 → 산업거점 직접연결 → RE100 기반 산업 유치
- **단순한 전력망이 아닌, 제도·재정·산업정책이 통합된 경제 패키지**
 - 공정한 전기요금제, 민간 투자 유입, 주민 참여 모델을 함께 추진

왜 고속도로인가? : 5대 설계요소로 보는 에너지고속도로 개념도

에너지고속도로 5대 설계요소



● 에너지고속도로, 전국을 연결하는 생명선

● 전기가 막히면, 기회의 흐름도 멈춘다

- 2025년 에너지고속도로는 병목을 뚫고, 산업과 일자리, 삶의 질을 전국으로 연결
- 산업화 시대의 고속도로가 국가의 혈관이었다면, 기후위기 시대엔 '전기 길'이 생명선

● 주민참여형 이익공유 강화, 햇빛연금·바람연금 고도화

- 지역 주민이 직접 이익을 누리는 참여형 에너지 시스템으로 전환 가속

● 지속가능한 나라를 위한 핵심 전략

- 수도권과 지역, 기업과 국민을 전기로 연결
- 저성장과 지방소멸의 위기 속에서, 모두가 공감할 수 있는 변화의 시작



2025년, 대한민국 에너지 대전환의 핵심축 '에너지고속도로'

● '에너지고속도로'의 출발과 비전

- "박정희 정부의 '산업용 고속도로'가 산업화의 토대가 되었고, 김대중 정부의 '인터넷 고속도로'가 대한민국을 IT 강국으로 이끈 것처럼 기후위기 시대의 대전환을 준비하고 새로운 성장 동력을 만드는 '에너지고속도로'를 건설하겠습니다."(2021.8월)
- "에너지고속도로는 '누구나' '어디서나' 재생에너지를 생산하고 공급하고 소비할 수 있는 '분산형 에너지 네트워크'입니다. 또한 우리의 앞선 정보통신기술(ICT)과 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등 4차산업 기반 신기술을 재생에너지 중심 전력망에 결합한, '지능형 에너지 인프라'입니다."(2021.12월)

● 2025 '에너지고속도로'의 의미 : 산업과 전력망을 연결하는 국가 전략

- 지속가능한 성장을 위한 전력망 혁신
- AI 기반 스마트그리드를 통해 전국적으로 에너지를 안정적으로 공급하여, 첨단산업의 성장과 지역 경제 활성화를 지원하는 에너지정책 패키지

에너지 고속도로 10문 10답 Handbook



발행처 민주연구원

발행인 이한주

작성자 배지영

발행일 2025.5.29.

인쇄 프로메테우스미디어

〈 민주연구원 홈페이지에서 다운받으실 수 있습니다 〉