

국내외 전력망 병목 대응 동향

산업기술리서치센터 에너지팀
정준환 전임연구원(helpme@kdb.co.kr)

- | | |
|----------------------|-------------|
| I. 전력공급 구조 변화와 해결 과제 | Ⅲ. 국내 대응 동향 |
| Ⅱ. 글로벌 전력망 병목 대응 동향 | Ⅳ. 결론 및 시사점 |

전 세계적으로 전력 수요의 가파른 증가와 함께 전력공급의 상당 부분이 재생 에너지로 전환됨에 따라 전력망 용량 확충이 안정적인 전력공급을 좌우하는 핵심 인프라로 부상하고 있다. 그러나 전력망 제약으로 전력공급 병목이 발생 중이며 이를 해소하기 위한 전력망 확충도 쉽지 않은 상황이다. 국내도 전력망 병목과 확충 지연 문제를 겪고 있으며 단순한 전력망 확충을 넘어 종합적인 대응이 필요하다.

해외 주요국은 신규 전력망 확충 가속화, 기존 전력망 활용 극대화, 전력망 운영제도 개편을 중심으로 전력망 병목에 대응하는 중이다. 미국, EU 등은 국가 주도로 인허가 제도를 정비하고 HVDC를 활용한 해저·지중화로 전력망을 확충하고 있다. 나아가 센서와 데이터 분석을 활용한 전력망 운영 최적화, 노후 설비 리파워링 등 기존 전력망의 수용 능력을 확대하기 위한 노력도 진행하고 있다. 전력망 운영 제도 측면에서는 국지적으로 집중되는 전력 수급의 효율적인 배분·관리를 위해 전력망 접속 제도개선, 유연성 및 분산에너지 활용 확대를 추진 중이다.

국내도 전력망 특별법 시행, HVDC 기반 에너지 고속도로 구축을 통해 신규 전력망을 확충하고 있다. 또한 노후 전선 교체 등으로 기존 전력망의 활용도를 제고하고 제도 개편을 통해 전력망 용량의 효율적 배분과 유연성 자원, 분산 에너지 보급 확대도 추진하고 있다. 전력망 병목의 조속한 해소를 위해서는 기존 전력망 활용, 전력망 운영제도 개편 등 비건설적 대안이 활용되어야 한다. 국내 비건설적 대안은 해외 주요국에 비해 제도적 보완이 필요한 상황으로, 합리적인 보상체계 및 리스크 분담 지침 마련, 실증사업 지원 등 적극적인 제도적 지원이 필요하다.

* 본고의 내용은 집필자 견해로 당행의 공식입장이 아님

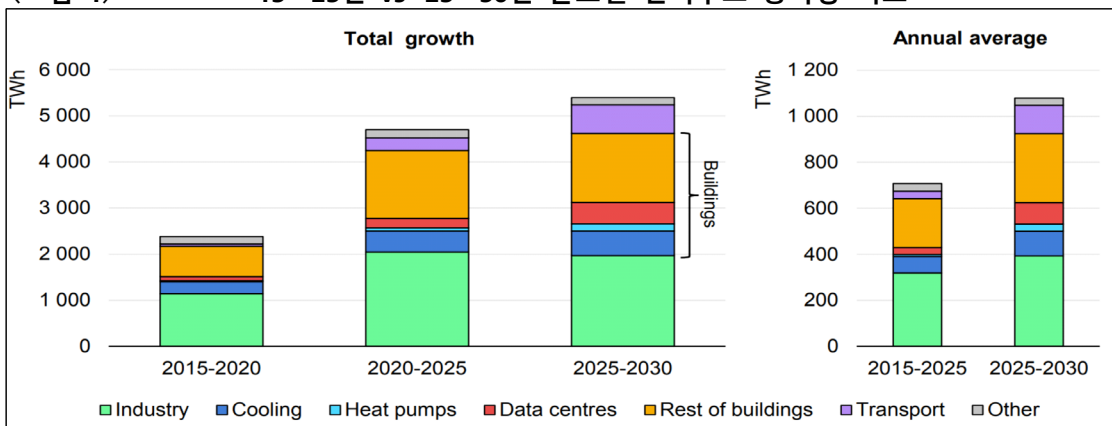
I. 전력공급 구조 변화와 해결 과제

□ 전력수요 증가와 재생에너지 중심의 발전구조 전환이 동시에 진행되며 전력망이 안정적인 전력공급을 좌우하는 핵심 인프라로 부상

○ IEA¹⁾에 따르면 전기화, 데이터센터·AI 확산에 따라 글로벌 전력수요는 향후 5년간('26~'30년) 연평균 3.6%의 증가율을 기록할 전망

- 향후 5년간 글로벌 전력수요 증가율은 교통 부문 전기화, 데이터센터 등 신규 수요에 힘입어 과거 10년 평균 대비 50% 이상 상승할 전망

〈그림 1〉 '15~'25년 vs '25~'30년 글로벌 전력수요 증가량 비교



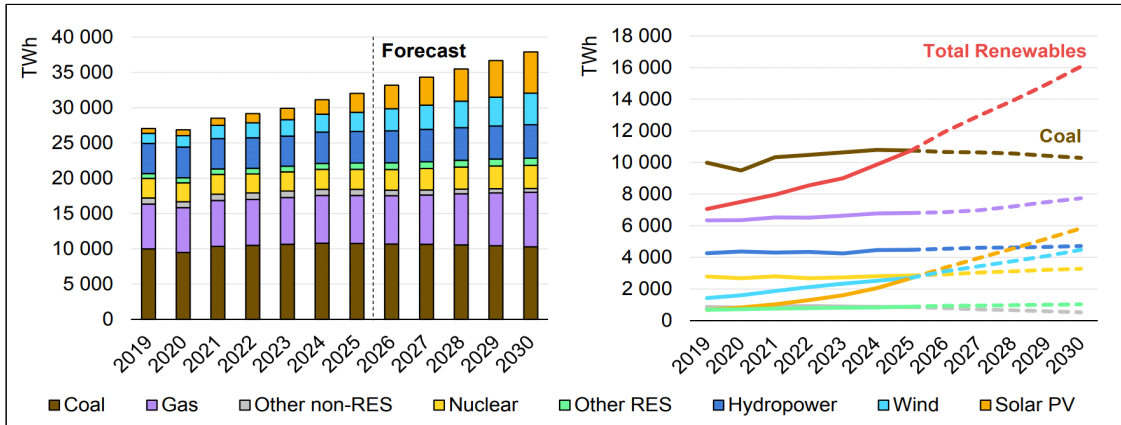
자료 : IEA('26.2), "Electricity 2026"

○ 전력공급 구조는 태양광·풍력 등 재생에너지를 중심으로 재편되고 있으며, 이에 따라 전력망 용량 확충 및 운영체제 고도화를 동시에 요구

- 글로벌 발전량 중 태양광·풍력의 비중은 '25년 17% → '30년 27%로 확대되며 신규 전력공급을 주도할 전망
- 태양광·풍력은 일사량·풍속 등 자연조건에 따라 입지가 좌우되어 수요지까지 전력을 수송하기 위한 전력망 용량 확보가 필요
- 기상 조건에 따라 출력이 변동하는 태양광·풍력은 실시간 전력 수급 관리를 위한 전력망 운영 능력 강화를 요구

1) International Energy Agency : 국제에너지기구

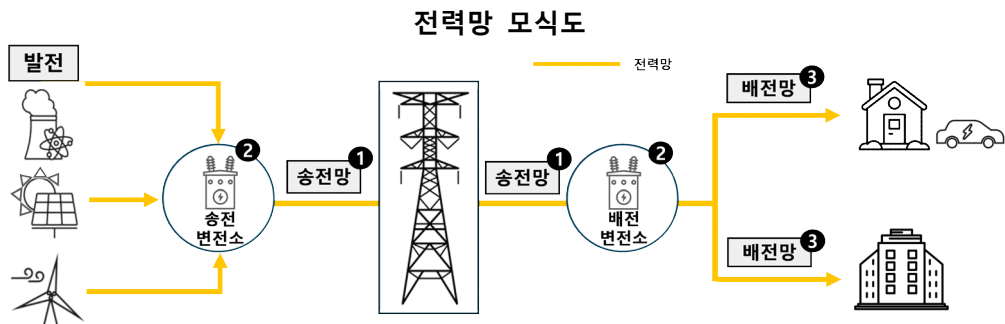
〈그림 2〉 '19~'30년 글로벌 전원별 발전량



자료 : IEA('26.2), "Electricity 2026"

〈참고 1〉 전력망의 구성과 역할

□ 전력망은 발전소에서 생산된 전력을 수요지까지 전달하는 인프라



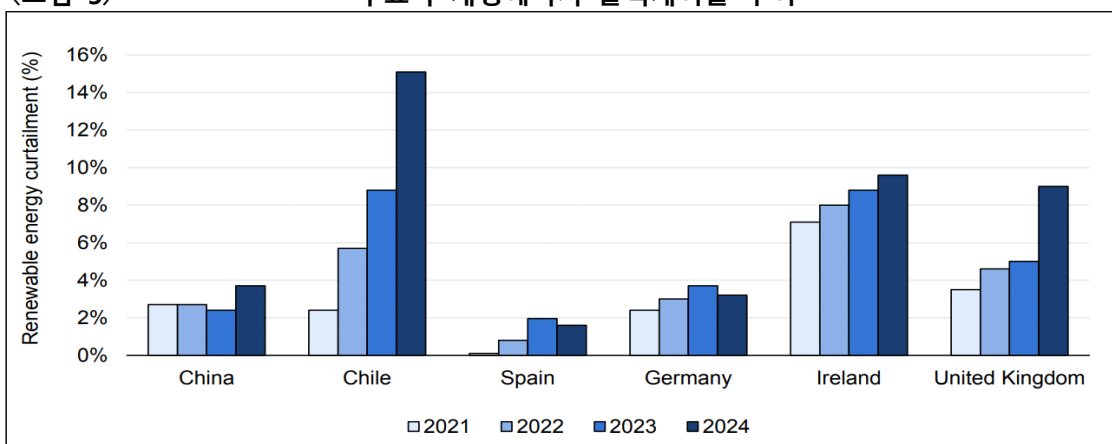
자료 : 당행 작성

- 발전소에서 생산된 전력은 송전망 → 변전소 → 배전망을 거쳐 공급
 - (송전망) 발전소에서 생산된 전력을 수요지 인근까지 장거리·대규모로 이송
 - (변전소) 생산 전력의 수송을 위해 변압기를 통해 전압을 조정
 - (배전망) 송전받은 전력을 최종 소비자에게 단거리·소규모 이송
- 안정적인 전력망 운영을 위해서는 설비고장, 출력변동 등을 고려해 일정한 여유 용량을 확보해야 하며 피크(Peak) 이용량이 설계의 기준
 - 출력이 급변하는 태양광·풍력은 기존 발전원보다 큰 여유 용량을 요구

□ 전력망 부족에 따른 전력공급 병목이 발생하고 있으며, 이를 해소하기 위한 전력망 확충도 쉽지 않은 상황

- 전력망 부족으로 인해 공급·수요 양측의 접속망 연결이 지연되고 가동 중인 설비의 출력제어 현상 심화
 - 전 세계 발전·저장 설비와 데이터센터 등의 대규모 전력수요가 2,500GW가 이상으로 전력망 연결을 기다리는 접속 대기 상태에 직면
 - 칠레, 영국 등 주요국에서 재생에너지 발전량 일부가 전력망 혼잡으로 활용 되지 못하는 출력제어 현상 확대

〈그림 3〉 주요국 재생에너지 출력제어율 추이



자료 : IEA('26.2), "Electricity 2026"

- 신규 전력망 확충 속도는 낮은 사회적 수용성, 복잡한 인허가 절차 등의 문제로 발전소, 데이터센터 등의 건설 속도를 따라가지 못하는 구조적인 병목 발생
 - 신규 전력망 완공까지는 5~15년의 장기간이 소요되나 발전소, 데이터센터 등의 완공까지는 최대 5년이 소요

〈표 1〉 전력망 및 전력 공급·수요 측 주요 사업의 완공까지의 기간

항목	발전소 건설 ²⁾	데이터센터	전기차 충전 인프라	신규 전력망 완공
소요기간	1~5년	1~3년	1~2년	5~15년

자료 : IEA('26.2), "Electricity 2026"

2) 발전소는 주요 전원 중 건설 기간이 가장 빠른 태양광 및 풍력 신규 프로젝트 기준

□ 국내에서도 전력망 병목과 확충 지연 현상이 나타나고 있어 전력망 신규 확충 가속화, 기존 자원 활용 극대화, 운영제도 개편을 결합한 종합적인 대응 필요

- 국내에서도 전력망 병목으로 인한 전력 공급·수요 양측의 접속 대기 및 출력 제어 현상 발생
 - 현재 전력망 용량 포화로 인해 호남 및 동해안 지역의 189개 변전소가 신규 재생에너지 접속이 제한되는 계통관리변전소로 지정³⁾
 - '29년까지 신청된 수도권 데이터센터 601개소 중 전력의 적기 공급이 가능한 시설은 40개소에 불과⁴⁾
 - 전력거래소에 따르면 국내 육지 출력제어량은 '23년 0.3GWh → '24년 13.2GWh → '25년 상반기 164GWh로 급증
- 국내 전력망 확충은 낮은 사회적 수용성과 복잡한 인허가 절차로 인해 준공 지연이 반복되며 사업이 장기화
 - '25.10월 기준 11차 전력수급기본계획에 포함된 54건의 전력망 건설사업 중 지연 또는 지연이 예상되는 사업은 30건에 달하는 상황⁵⁾
 - 서해안에서 생산된 전력을 수도권으로 공급하기 위한 북당진-신탄정 송전선로 사업은 계획 대비 12년 6개월이 지연되어 준공까지 21년이 소요
- 인허가 간소화 등을 통해 신규 전력망 확충을 가속화하고 기존 전력망의 활용 극대화와 운영 효율화를 통해 병목을 극복하는 것이 필요

〈표 2〉 전력망 병목 해소를 위한 대응 방향

구분	목적	주요 수단
신규 전력망 확충 가속화	전력망 확충 기간 단축	국가 주도의 선제적 투자, 인허가 간소화, HVDC(초고압직류송전)
기존 전력망 활용도 극대화	추가 전력망 용량 확보, 투자 비용 절감	DLR(동적 송전용량), APFC(지능형 조류 제어), 노후 설비 리파워링 등
전력망 운영제도 개편	전력망 운영 선진화, 전력망 안정도 향상	전력망 연계 질서 정상화, DR(수요반응), VPP(가상발전소), 유연성 시장 개설 등

자료 : IEA, 산업통상자원부 및 한국전력 자료를 바탕으로 당행 작성

3) 한국전력공사('26.6.24.), 전력계통 통합정보 > 입지정보 조회 > 지역별 계통관리변전소

4) 산업통상자원부('23.3), "데이터센터 수도권 집중 완화 방안"

5) 한국전력공사(박정 의원실 제공), 연합뉴스(2025.10.) 재인용

II. 글로벌 전력망 병목 대응 동향

1. 신규 전력망 확충 가속화

□ 해외 주요국은 장시간이 소요되는 전력망 확충 기간 단축을 위해 국가 주도로 제도 정비, 인허가 간소화 등을 추진

○ 모호한 비용 부담 주체, 산재한 인허가 등 복잡한 이해관계는 전력망 확충에 장시간이 소요되는 주요 원인

- 전력망은 특정 발전소, 대규모 수요처, 인근 지역 주민들이 함께 사용하는 공공 인프라로 확충 비용 분담에 대한 모호함이 발생
- 여러 행정구역을 관통하는 전력망은 주민 반대 및 까다로운 인허가 규제 절차로 인해 확충에 장시간 소요

○ 미국, EU 등은 비용 분담 가이드라인 제정, 인허가 간소화 등 국가 주도로 이해관계를 조정하여 전력망 확충 가속화를 추진

- 미국은 DOE⁶⁾ 및 FERC⁷⁾를 통해 전력망 확충 비용 분담 가이드라인 제정, 선제적 확충계획 의무화, 인허가 간소화를 추진
- EU는 TEN-E⁸⁾ 개정안을 통해 핵심 전력망 사업에 지자체 규제보다 인허가 우선권을 부여하고 소요 기간의 상한을 제한하는 Top-Down 방식을 도입

〈표 3〉 주요국의 전력망 확충 기간 단축을 위한 제도

국가	제도	주요 내용
미국	Order 1920	전력망 사업자에게 최소 20년 단위의 송전망 확충계획 수립을 의무화, 7개의 기준을 수립해 수혜자 부담 원칙의 비용 분담 가이드라인 제정
	Order 1977	연방정부가 지정하는 전력망 프로젝트에 대해 주(State)정부가 1년 이상 인허가를 내주지 않으면 FERC가 개입해 신속하게 인허가를 처리
EU	Regulation (EU) 2022/869	핵심 전력망 사업을 PCI(Projects of Common Interest)로 지정해 비용 분담 기준을 명확히 하고 전체 인허가 기간의 상한을 3.5년으로 제한

자료 : DOE, FERC, EU 집행위 자료 참조하여 당행 재정리

6) Department of Energy : 미국 에너지부

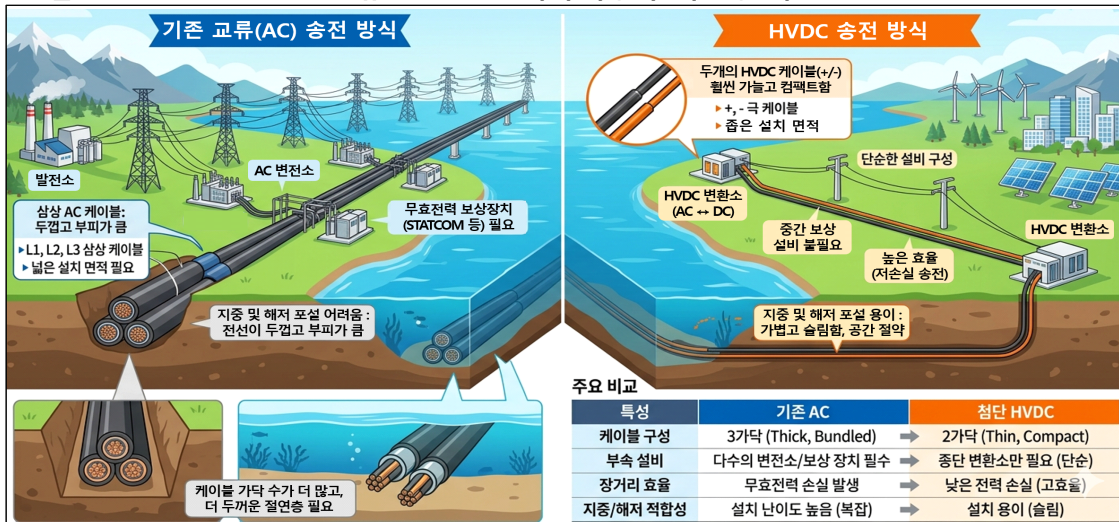
7) Federal Energy Regulatory Commission : 미국 연방에너지규제위원회

8) Trans-European Networks for Energy : 유럽연합 국가 간의 에너지 인프라 연결을 위한 정책

□ 해외 주요국은 HVDC⁹⁾ 기술을 활용해 해저·지중화 송전망을 구축하여 사회적 수용성 문제를 해소하고 사업비용을 절감

○ HVDC는 기존의 교류 송전 방식 대비 전선이 얇고 부속 설비가 적어 해저·지중화 건설에 유리

〈그림 4〉 교류 vs HVDC 해저·지중화 적합성 비교



자료 : 한국전력, 송배전공학 자료 참조하여 당행이 Nano Banana2를 활용해 작성

○ HVDC는 장거리 송전 시 교류보다 유리하며, 해저·지중화 건설을 통해 사회적 갈등 비용을 절감

- 직류 송전은 초기 변환소 구축 비용이 발생하나 송전 효율이 높아 육상 약 300~400km, 해저 30~50km를 넘으면 교류 대비 경제적으로 유리¹⁰⁾
- 미국 CHPE¹¹⁾ 전력망 사업은 캐나다-뉴욕을 연결하는 546km를 수중 HVDC로 우회하여 뉴욕 도심 진입을 위한 막대한 토지 매입, 사회적 갈등 비용을 절감
- 독일은 송전탑 반대 여론으로 장기 지연되던 쾰링크(SuedLink) 전력망 사업을 전 구간 HVDC 지중화로 변경하여 사회적 수용성 극복¹²⁾

9) High Voltage Direct Current(초고압 직류 송전) : 발전소에서 생산된 교류를 직류로 변환해 송전하는 방식, 교류 대비 전력 손실과 전자파 발생이 적어 장거리 대용량 송전에 유리

10) LS ELECTRIC, www.ls-eletric.com/ko/product/category/AAA009003

11) Champlain Hudson Power Express : 캐나다 수력 발전 전력을 뉴욕에 공급하는 전력망 사업

12) 한국산업은행(25.9.15), "에너지 고속도로 의의 및 해외동향"

2. 기존 전력망 활용도 극대화

□ 기술적 보강을 통해 기존 전력망의 수용 능력을 확대하면 단기 전력망 병목 완화 가능

- 신규 전력망 확충 기간을 단축해도 대규모 인프라인 전력망의 특성상 건설에 장기간이 소요되어 단기 병목 해소에는 현실적인 한계가 존재
 - 데이터센터는 1~3년, 전기차 인프라는 1~2년이면 완공되는 반면, 전력망은 완공까지 최소 5년의 기간이 필요
- 기존 설비의 활용 가능 용량 확대는 신규 전력망 확충까지의 시간차를 보완하는 단기 전력망 병목 완화 수단
 - IEA는 기존 전력망 활용을 극대화하면 전 세계적으로 450~700GW의 전력망 용량을 추가로 확보할 수 있다고 평가

□ 전력망 운영 최적화를 통한 활용도 제고와 설비 보강을 통한 용량 증대 추진

- DLR¹³⁾, TO¹⁴⁾ 등 센서 및 데이터 분석 기술을 적용하면 대규모 설비 보강 없이 전력망 잉여 용량을 최대로 활용 가능
 - DLR은 기온 등 실시간 환경 조건을 센서로 분석해 여유 용량을 유동적으로 파악하여 기존 대비 송전용량을 20~30% 증가시키는 기술
 - TO는 변전소 스위칭 상태를 조작하여 전력의 최적 송전 경로를 계산해 전력망 용량을 약 10% 증가시키는 기술
 - IEA는 DLR을 통해 약 165~230GW, TO를 통해 약 75~120GW의 추가 전력망 용량을 확보할 수 있다고 분석¹⁵⁾
- 전선, 변압기 등 노후 설비를 고효율·고용량의 새로운 설비로 교체하면 첩탑, 부지 등 기존 자원을 그대로 활용하면서도 전력망 용량 증가 가능

13) Dynamic Line Rating : 동적 송전용량

14) Topology Optimisation : 토폴로지 최적화

15) IEA("26.2), "Electricity 2026"

- 전력망에 전력제어장치를 추가해 전력 흐름, 전압 등을 제어하는 FACTS¹⁶⁾를 통해 전력망 안정화와 추가 용량 확보를 동시에 추진
 - 선로 간 저항 제어를 통해 전력을 분산시키는 APFC¹⁷⁾와 손실 전력(무효전력)을 조절해 전력망의 전압을 일정하게 유지하는 SVC¹⁸⁾, STATCOM¹⁹⁾이 대표적
 - IEA에 따르면 APFC 적용으로 영국은 북부 잉글랜드 지역에서 약 2GW, 콜롬비아는 다수의 지역에서 약 1.2GW의 추가 송전용량을 확보
 - 유럽 송전망 협의체 ENTSO-E는 SVC, STATCOM 설치를 통해 송전 혼잡을 완화하고 전력망의 추가 실효 용량을 확보²⁰⁾

3. 전력망 운영제도 개편

□ 전력망 병목 대응을 위해 한정된 용량과 국지적으로 집중되는 공급과 수요의 불균형을 효율적으로 배분·관리할 수 있는 운영제도 개편 필요

- 기존의 운영제도는 제한된 전력망 용량의 비효율적 배분을 초래
 - 투기 목적으로 추진된 사업 등 실현 가능성이 낮은 사업이 전력망 접속용량을 선점하면 실제 추진사업의 접속 지연이 발생
 - IEA는 중복·유령 프로젝트가 전력망 용량 배분을 비효율적으로 만든다고 분석
- 특정 시간·지역에 출력이 집중되는 재생에너지의 확대는 기존보다 더 큰 전력망 확보를 요구하며 전력망 혼잡을 유발
 - 출력이 특정 시간대와 지역에 집중되는 태양광·풍력 발전은 전력망의 평균 이용량 대비 피크(Peak) 이용량을 높여 더 큰 전력망 용량 확보를 요구
 - 전력수요가 낮은 시간대에 재생에너지의 출력이 전력수요보다 높으면 공급과 수요의 불일치로 인해 전력망 불안정이 발생

16) Flexible AC Transmission System : 유연 송전시스템 또는 유연 교류 송전시스템

17) Advanced Power Flow Control : 지능형 조류 제어, 전력이 흐르는 길목 자체를 여닫는 TO와는 달리 별도 제어장치를 통해 선로를 흐르는 전력의 양을 조절해 더 효율적인 전력 흐름 조절이 가능

18) Static Var Compensator : 1세대 전력보상설비로 전력망의 손실 전력(무효전력)을 조절해 전력망을 안정화시키며, 이를 통해 전력망의 실효 용량을 증대

19) Static Synchronous Compensator : 2세대 전력보상설비로 역할 및 효과는 SVC와 동일하나, SVC 대비 응답속도와 안정성이 더 뛰어나며 소형화가 가능

20) ENTSO-E, www.entsoe.eu//technopedia/techsheets/static-synchronous-compensator-statcom/

- 데이터센터 등 대규모 전력수요의 국지적 집중은 특정 권역 전력망의 수용 용량을 빠르게 소진해 병목을 심화
 - 데이터센터, 반도체 클러스터 등의 신규 전력수요는 24시간 안정적인 공급이 필요한 전력 다소비 시설로 막대한 전력망 수용 용량을 요구

□ 해외 주요국은 전력망 접속 제도개선, 공급·수요 측 유연성 확보, 분산에너지 연계·활용을 통한 전력망 병목 완화 추진

- 접속 대기열 개편, 유연 접속으로 전력망 용량의 효율적인 배분·활용이 가능
 - 접속 대기열 개편은 추진 가능성이 낮은 사업의 전력망 용량을 회수해 실현 가능성이 높은 사업에 재배분하는 방식
 - 유연 접속 제도는 조건부 접속 제도를 통해 혼잡 시간대에는 출력을 제한하고 비혼잡 시간대에는 접속을 허용해 전력망 활용률을 개선
 - 미국은 FERC Order 2023를 통해 중도 철회 시 패널티를 강화해 허수 신청을 줄이고, 사업 추진 가능성을 반영한 심사를 도입해 선착순 접속심사를 개편²¹⁾
- DR²²⁾, ESS 등 전력 수급의 실시간 불균형을 조절하는 유연성 자원 활용은 전력망의 피크 이용량과 혼잡도를 감소시켜 전력망 수요를 완화
 - DR은 시간대별 요금제 등으로 전력공급이 충분한 시간에 수요를 유도하고, 부족한 시간에 수요를 줄여 전력망의 피크 이용량을 분산
 - ESS는 과잉 공급된 전력을 저장하고 공급이 부족할 시 이를 방출해 전력망의 안정성을 높이고 이용량을 평탄화
 - 영국의 Piclo, 네덜란드의 GOPACS 등은 유연성 자원 활용을 통해 전력망 설비 증설을 대체·이연하고 전력망 혼잡에 대응²³⁾
- 소형 태양광, 연료전지 등 수요지 인근에서 생산·소비되는 분산에너지는 전력망 수요 자체를 감소시켜 전력망 병목 완화에 기여
 - 미국 Con Edison은 분산에너지를 활용해 뉴욕 브루클린·퀸스 지역의 전력망 투자 이연을 추진²⁴⁾

21) FERC, "Order No.2023", 23.11.06

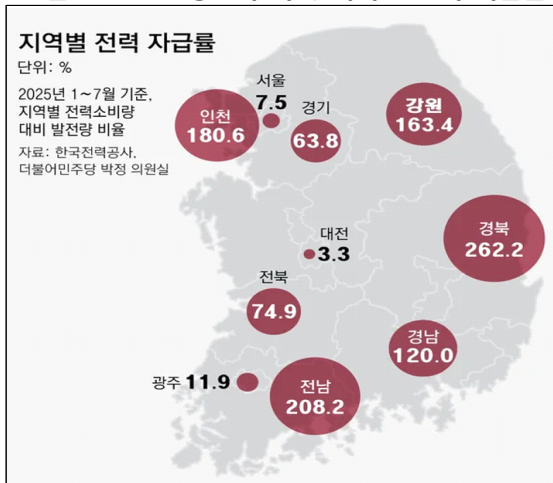
22) Demand Response : 수요반응

23) 전기자널(25.08.25), "지역 유연성 시장의 해외 주요국의 운영 동향", www.keaj.kr/news/articleView.html?dxno=5789

Ⅲ. 국내 대응 동향

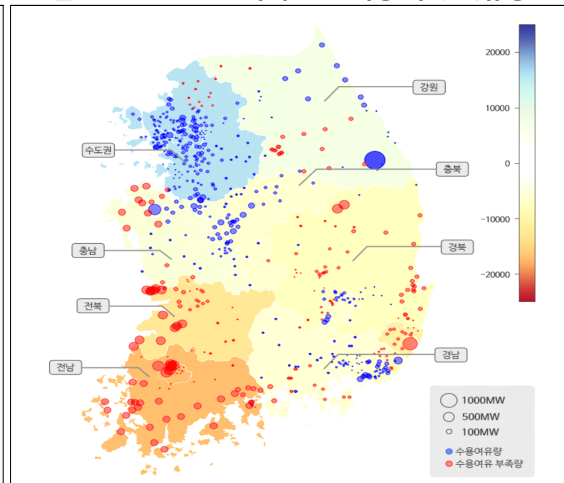
- 전력망 병목은 국내 전력공급 구조 전반에 걸쳐 심각한 제약을 초래하므로 신속한 해소가 필수적인 상황
 - 국내 전력수요는 수도권, 발전설비는 비수도권에 집중되어 전력 수송을 위한 전력망이 필수적으로 병목 발생 시 전력 수요 대응에 제약 발생
 - '25년 상반기 기준 국내 전체 전력수요의 약 40%를 차지하는 수도권 지역의 전력 자급률²⁵⁾은 64.8%에 불과해 전력망을 통한 타지역의 전력 수송이 필요
 - 향후 국내 전력공급의 주요 발전원이 될 재생에너지의 원활한 보급을 위해서도 전력망 병목의 신속한 해소가 필요한 상황
 - 정격용량 기준 국내 재생에너지는 '23년 30.0GW → '38년 121.9GW로 113.8GW 증가해 전체 발전설비 용량 증가의 약 81%를 차지할 전망²⁶⁾
 - 재생에너지의 원활한 보급을 위해선 입지 조건이 우수해 재생에너지 보급이 집중될 호남지역의 전력망 병목을 조속히 해소해야 함

〈그림 5〉 '25년 상반기 국내 지역별 전력 자급률



자료: 박정 의원실 제공, nate 뉴스 자료 재인용

〈그림 6〉 '26~'30년 지역별 전력망 수용여유량



자료: 전력거래소

24) NREL, "No-Wires Alternatives: Case Studies from Leading U.S. Projects", 2018

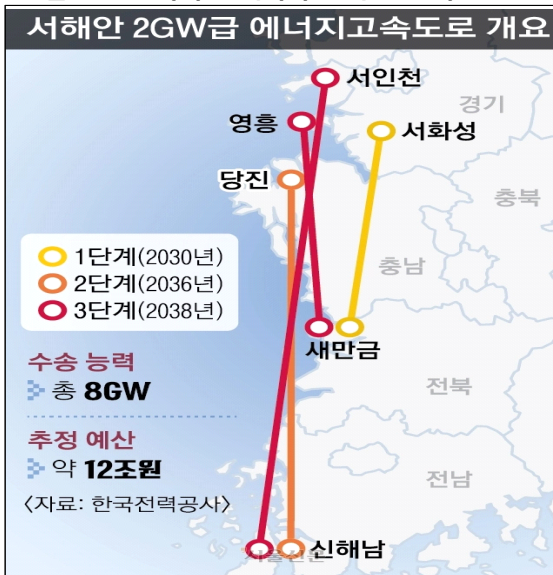
25) 발전량/전력소비량

26) 산자부('25.3), "11차 전력수급기본계획"

□ 정부는 HVDC 기반 에너지 고속도로 구축 및 전력망 특별법 제정을 통해 신규 전력망 확충 가속화를 추진 중

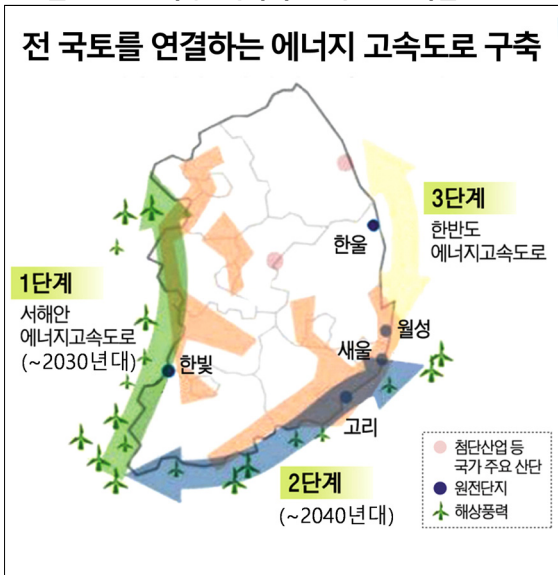
- 국내 전력수요-발전설비 불균형 해소를 위해 HVDC를 중심으로 전 국토를 연결하는 에너지 고속도로 구축 추진
 - 해저 HVDC는 호남-수도권 간 장거리 송전의 효율을 높이고 육상 송전선로 건설에 따른 주민 수용성 문제를 완화
 - 정부는 '38년까지 호남 지역 재생에너지를 수도권에 연결하는 서해안 에너지 고속도로 완공 후, 남부권 해상풍력과 영동권 원전단지를 차례로 연결해 전 국토를 연결하는 U자형 에너지 고속도로를 구축할 계획

〈그림 7〉 서해안 에너지 고속도로 개요



자료 : 한국전력, 서울신문 자료 재인용

〈그림 8〉 U자형 에너지 고속도로 개념도



자료 : 기후에너지데이터뱅크 자료, 당행 재가공

- '25.9.26일 시행된 「국가기간 전력망 확충 특별법」은 신규 전력망 평균 건설 기간을 13년에서 9년으로 단축하는 것을 목표
 - 정부의 전력수급기본계획과 장기 송변전설비계획에 포함된 345kV 이상 전력망 사업 중 전력공급에 필수적인 전력망을 국가기간 전력망으로 설정
 - 지정된 국가기간 전력망 확충을 국가 주도의 사업 추진, 인허가 간소화, 지역 주민 지원·보상 강화 등을 통해 신속하게 추진

〈표 4〉 국가기간 전력망 확충 특별법 주요내용

목적	주요 내용
국가 주도의 사업 추진	- 5년마다 30년 단위의 장기 전망을 수립 및 시행 - 국무총리 소속으로 국가기간 전력망 확충 위원회 신설 - 개발사업 비용의 국가지원 기능을 명시
인허가 간소화 및 특례	- 전력망 설비의 확충과 개발사업에 대하여 다른 법률에 우선하여 적용 - 입지선정위원회 운영 기간을 단축하거나 생략 - 부대공사(임시도로, 작업장 등) 관련 신속 처리 특례 제공
지원·보상 특례	- 보상금 확대, 주민참여 지원 등 송·변전설비 건설 지역 주변 주민에 대한 지원 확대

자료 : 법무법인(유한) 지평('25.9.29), 「국가기간 전력망 확충 특별법」의 주요 내용 및 시사점」 발췌

□ 국내 전력망 구축 및 유지보수를 전담하는 한국전력은 선종 교체, FACTS 도입 등을 통해 전력망 안정화와 용량 증대를 추진

- 한국전력은 노후 송전선로 교체, 최신형 선종 개발·상용화를 통해 전력망 용량 증대를 추진 중
 - 한국전력은 '19년 신덕은-수색 154kV 송전선로 75km를 대한전선의 증용량 가공선 ACCC²⁷⁾로 교체해 첩탑 건설 없이 전력망 용량 증대에 성공
 - LS전선, 포스코와 한국전력은 기존 전선 대비 용량이 1.5배 높고 전력 손실이 약 7% 적은 차세대 전선 HCSC²⁸⁾를 개발·상용화해 추후 건설될 전력망의 대용량화를 목표 중²⁹⁾
- 전력망 안정화를 위해 SVC, STATCOM 도입 및 차세대 설비 E-STATCOM 실증사업 추진
 - 신제천 변전소는 SVC, 고덕 변전소는 STATCOM를 적용해 과출력 발생 시 전압을 낮춰 전력망 안정성을 향상
 - 한국전력은 STATCOM에 ESS 기능을 결합해 무효전력과 유효전력을 함께 조절하는 E-STATCOM의 실증사업을 제주 한림C/S에서 추진 중³⁰⁾

27) Aluminum Conductor Composite Core, 탄소섬유 강화 복합재료 전선

28) High Carbon Steel Core Trapezoidal Wire, 고탄소강심 증용량 전선

29) 대한전선, <https://www.taihan.com/business/successStoryDetail?idx=9>, 전기저널('25.07.18.), "국내·외 전력망 건설 대안 기술(NWA) 동향 및 활성화 방안", www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=5944 참조

30) LS Electric 납품실적, 한국전력 보도자료 참조

□ 정부는 전력망 용량의 효율적 배분과 유연성 자원, 분산에너지 보급 확대를 위한 제도 개편 추진

- 전력망 용량의 효율적인 배분·활용을 위한 허수 사업자 물량 재배분, 출력제어 조건부 접속 제도 등 추진
 - '25.10월 기후환경에너지부는 전력망 선점 후 발전사업을 진행하지 않는 허수 사업자 물량 4.1GW을 회수해 신규 발전사업 희망자에게 재배분³¹⁾
 - 한국전력은 '24.12월부터 우선적인 출력제어 시행과 이에 대한 보상이 없는 조건으로 전력망 접속을 허용하는 출력제어 조건부 접속 제도 시행³²⁾
- 유연성 자원 확대를 위해 공공기관 ESS 설치 의무화, 제주 지역 유연성 시장 시범 사업 등 추진
 - 계약전력 2,000kW 이상 건축물의 공공기관은 「공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정」에 의거 계약전력 대비 5% 이상 용량의 ESS 설치 의무화
 - 한국전력은 ESS, DR 등을 활용해 전력망 과부하를 완화하기 위해 지역 유연성 서비스 운영지침 및 제주 지역 시범 사업 운영 계획을 발표³³⁾

〈표 5〉 제주 지역 유연성 서비스 시범사업 계획

목적	주요 내용
사업대상	과부하 ³⁴⁾ , 과발전 ³⁵⁾ 예측을 통한 배전망 증설을 계획 중인 선로
선정 시기	한전의 배전망 증설공사 투자 확정 전(매년 9월)
사업 기간	5년+α(5년 후 유연성 기여도를 평가하여 1년 단위 연장 또는 종료)

자료 : 전기신문('26.7.4), "유연성 자원으로 배전 전력망 혼잡 푼다... 한전, 제주서 배전망 유연성시장 첫 개설"

- 정부는 분산에너지 확대를 위해 '26.6.3일 「분산에너지 활성화 특별법」을 시행
 - 분산에너지 활성화를 위한 기본 계획을 수립하고, 의무설치자를 명시했으며 전력시장을 거치지 않고 분산에너지 사업자가 전기를 직접 공급할 수 있는 분산에너지 특화지역 지정

31) 기후환경에너지부('25.10.1), "전국 전력계통 회수물량 4.1GW 배분(보도자료)"

32) 한전On('24.12.3), "출력제어 조건부 접속제도 안내"

33) 한국전력('24.12.3), 배전망 지역 유연성 서비스 시범사업 설명회, 전기신문 자료 재인용

34) 일반선로 기준 상시 10MW, 동계(12월~2월) 12MW 초과 선로

35) 일반선로 기준 10MW~13MW(선로 여건에 따라 상이)

IV. 결론 및 시사점

□ 전력은 필수 소비재를 넘어 국가 경쟁력을 좌우하는 핵심 인프라로 부상하고 있어 국내 전력망의 병목 해소가 시급한 상황

- 데이터센터, 반도체 클러스터 등 첨단산업에 대한 안정적인 전력공급은 국가 경쟁력의 핵심 요소
 - 24시간 가동되며 대규모 전력수요를 요구하는 데이터센터, 반도체 클러스터 등은 전력공급 역량이 경쟁력의 핵심 요소로 작용
 - 삼성전자, SK 하이닉스가 조성 중인 용인 반도체 클러스터 운영을 위해서는 약 15GW 이상의 안정적인 전력공급이 필요³⁶⁾
 - 정부가 「대한민국 대도약 3대 메가프로젝트」를 통해 추진하는 대규모 AI 데이터센터에는 총 18.4GW의 전력공급이 필요³⁷⁾
- 전력망 병목은 전력수요 대응을 어렵게 할 뿐만 아니라 신규 발전설비의 공급마저 억제하므로 조속한 해소가 필요
 - 전력망 병목은 국내 전력수요와 발전설비 공급 양측에 제약을 유발
 - 전력망 병목으로 발전설비 접속 지연 → 발전사업자 수익성 악화 → 발전설비 투자 감소 → 발전설비 부족 → 전력수요 억제로 이어지는 악순환 발생

□ 국내 전력망 병목을 조속히 해소하기 위해서는 신규 전력망 확충만으로는 한계가 존재하므로 비건설적 대안(NWAs³⁸⁾)을 병행한 종합적 대응이 필요

- 신규 전력망 확충 가속화를 통해 전력망 건설 기간을 단축해도 국내 전력망 단기 병목 해소에는 시간적인 한계가 존재
 - 서해안 에너지 고속도로 1단계 사업의 완공 예상 시기는 '30년으로 지금부터 약 4년이란 시간이 소요
 - 「국가기간 전력망 확충 특별법」의 전력망 건설 기간 단축 목표를 달성해도 평균 9년의 기간이 소요

36) 국회입법조사처(26.4.6), “용인 반도체 클러스터 조성을 둘러싼 논란과 현실”

37) 대한민국정책브리핑(26.7.1), “대한민국 대도약! 3대 메가프로젝트 추진”

38) Non-Wire Alternative, 선로·변전소 등 설비 확충 없이 전력망 확충에 준하는 효과를 가진 대안

- ☐ 해외 주요국의 비건설적 대안 활용에 비해 국내 비건설적 대안 관련 기술·제도는 추가적인 보완이 필요한 상황

- 미국, 유럽 등 주요국은 높은 민간 참여도와 제도적 기반을 통해 대부분의 비건설적 대안이 실증 단계를 넘어 상용화 단계에 진입
 - 해외 주요국은 전력망 효율화에 대한 각종 인센티브 제도 도입을 통해 민간의 기술개발과 투자 활성화
 - 전력망 운영 책임이 한전에 일원화된 국내와 달리, 주요국은 다양한 민간 사업자의 참여를 통해 비건설적 대안 적극 활용
- 국내 비건설적 대안 중 일부 기술은 시범 사업 진행 중이나, 제도적 지원 부족으로 인해 현장 적용 사례는 저조하다고 평가
 - 혁신 기술 도입에 대한 규제적 보호 장치가 마련된 주요국과 달리, 국내는 공공주도의 운영 특성상 책임 소재 문제로 보수적인 전력망 운영이 불가피해 적극적인 상용화에 한계가 존재

구분		해외 대비 보완점
동적 송전용량 기술(DLR)		기술 고도화 및 실증 경험 축적으로 시범 사업화 확대가 필요
토폴로지 최적화(TO)		재생에너지 증가에 따른 송전 혼잡에 대비해 운영체계 고도화 필요
전력 흐름 제어 기술(APFC)		차세대 APFC 기술 국산화 및 표준 지침 마련 필요
선종교체		장기적인 열적·기계적 성능 변동에 대응하기 위한 지침 마련 필요
유연성 자원	공통	자원 확보 및 관리를 위한 수익 모델 및 관련 제도개선 필요
	ESS	ESS 용도 다각화 및 시장 제도개선이 필요
	수요자원(DR)	요금제 전환에 대한 소비자 수용도 검토, 요금 간 정합성 확보, 가격 신호 반영 체계 마련 등 필요

52  한국산업은행 미래전략연구소 | 산은조사월보

□ 비건설적 대안을 통한 전력망 용량 확보에 합리적 보상체계를 제공하여 공공 및 민간의 투자 유인 필요

- 국내 단일 전력망 운영자인 한국전력이 보유한 운영 데이터를 활용해 비건설적 대안의 경제적 가치를 객관적으로 평가하고 보상 체계 마련
 - 한국전력의 통합 계통 데이터와 투자 예산 정보를 활용하면 비건설적 대안으로 전력망 용량을 확보했을 때 발생하는 경제적 비용을 정량화 가능
 - 해외처럼 여러 사업자가 존재하면 가치 평가 기준이 다원화되지만, 국내는 한국전력 중심의 운영체계를 활용해 일관적 평가 기준 수립 가능
- 산정된 비건설적 대안의 경제적 가치를 바탕으로 장기적인 수익 확보와 사업 기회 발굴이 가능한 생태계를 조성해 민간의 자발적인 참여 유도 필요
 - 정량화된 비건설적 대안의 가치를 기반으로 예측 가능한 수익 모델을 제공하면 투자 불확실성이 완화되어 민간 사업자의 진입 장벽도 완화
 - 비건설적 대안의 경제적 가치를 투명하게 제공하여, 민간 사업자가 각 지역 특성에 맞는 비건설적 대안을 스스로 발굴할 수 있도록 유도하는 것이 필요

□ 정부 차원에서 비건설적 대안 도입에 따른 리스크 분담 지침을 마련하고, 실증 사업 지원을 확대하여 조속한 상용화 도모 필요

- 정부가 건설적 대안의 특성을 반영한 운영 가이드라인을 수립하여 기술 도입에 따른 리스크를 분담·완화하고 상용화 장벽 완화를 추진할 필요
 - 한국전력과 대안 제공자 간 책임 분담을 명확히 하면 한국전력의 도입 리스크는 완화하고, 대안 제공자의 책임성은 강화해 운영 안정성을 확보
 - 가이드라인을 준수한 조치에 대해 행정적·제도적 부담을 완화하면 전력망 운영자인 한국전력과 민간 대안 제공자 모두의 리스크를 경감 가능
- 인허가 특례 적용 등 제도적 지원을 통해 실증 및 상용화 장벽을 제거하고, 정책 자금 지원으로 초기 투자 리스크를 분담하여 마중물 역할 수행 필요
 - 실증 결과가 우수한 기술에 대해서는 장기 공급 계약 우선권 부여 등 상용화 계약과 직접 연동되는 인센티브를 설계해 민간의 참여를 유도

참고문헌

[국문자료]

국회입법조사처(2026), “용인 반도체 클러스터 조성을 둘러싼 논란과 현실”
기후환경에너지부(2025), “전국 전력계통 회수물량 4.1GW 배분(보도자료)”
대한민국정책브리핑(2026), “대한민국 대도약! 3대 메가프로젝트 추진”
대한전선, <https://www.taihan.com/business/successStoryDetail?idx=9>
법무법인(유한) 지평(“2025), “「국가기간 전력망 확충 특별법」의 주요 내용 및
시사점”
산업통상자원부(2025), “제11차 전력수급기본계획”
_____(2023), “데이터센터 수도권 집중 완화 방안”
송길영(2026), “최신 송배전 공학”, 동일출판사
연합뉴스(2025), “한전 송전망 건설사업 절반이 ‘자연’...”전력공급 차질 우려””,
<http://www.yna.co.kr/view/AKR20251021023400003> (접근 : 2026.6.3.)
전기신문(2026), “유연성 자원으로 배전 전력망 혼잡 푼다... 한전, 제주서 배전망
유연성시장 첫 개설”, [https://www.electimes.com/news/articleView.html?](https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=369895)
[idxno=369895](https://www.electimes.com/news/articleView.html?idxno=369895)
전기저널(2025), “지역 유연성 시장의 해외 주요국의 운영 동향”, [https://www.keaj.kr/](https://www.keaj.kr/news/articleView.html?daxno=5789)
[news/articleView.html?daxno=5789](https://www.keaj.kr/news/articleView.html?daxno=5789)
_____(2025), “국내·외 전력망 건설 대안 기술(NWA) 동향 및 활성화 방안”,
<https://www.keaj.kr/news/articleView.html?idxno=5944>
중앙일보, <http://edata.ekn.kr/article/view/ekn20250805006> (접근 : 2026.7.3.)
한국산업은행(2025), “에너지 고속도로 의의 및 해외동향”
한전On(2024), “출력제어 조건부 접속제도 안내”
한국전력(2024), “배전망 지역 유연성 서비스 시범사업 설명회”
LS-ELECTRIC, <http://www.ls-electric.com/ko/product/category/AAA009003>

[영문자료]

ENTSO-E, <http://www.entsoe.eu/technopedia/techsheets/static-synchronous-compensator-statcom> (접근 : 2026.6.3.)

EUR-Lex(2022), "Regulation (EU) 2022/869 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on guidelines for trans-European energy infrastructure
Federal Energy Regulatory Commission(FERC)(2025), "Order No. 1920"
_____(2024), "Order No. 1977"
_____(2023), "Order No. 2023"
International Energy Agency(IEA)(2026), "Electricity 2026"
National Renewable Energy Laboratory(NREL)(2018), "No-Wries Alternatives: Case Studies from Leading U.S Projects"
U.S. Department of Energy(DOE)(2025), "Speed to Power"
U.S. Department of Energy(DOE)(2025), "Speed to Power through Accelerated Reconductoring and other Key Advanced Transmission Technology Upgrades(SPARK)"