

---

# 전력계통 혁신대책

## [요약]

---

2023. 12. 4.

산업통상자원부

## ❏ 목 차 ❏

I. 추진배경 .....	1
II. 국내 전력계통 현황 및 문제점 .....	1
III. 전력계통 혁신 추진전략 .....	3
IV. 전력계통 혁신 추진방안 .....	4
1. 전력망 신속 확충을 위한 패러다임 혁신 .....	4
2. 전력망 유한자원 시대에 맞는 새로운 질서 마련 ..	6
3. 유연하고 안정적인 전력계통 시스템 구축 .....	8

## I. 추진배경 : 지금은 전력계통 대전환의 시기

### □ 전세계적으로 전력계통 시스템을 둘러싼 여건이 급격하게 변화

- 탄소중립, 에너지안보 구현에 따라 무탄소전원(원전, 신재생e) 대폭 확대
- 전기화, 첨단산업 우위선점 경쟁 등으로 전력수요도 증가

### □ 전원과 수요를 연결하는 혈관인 전력망 확충의 중요성 증대

- 발전·소비의 양적 확대 및 지리적 불균형은 전력망 대규모 증설 요구
  - \* '50년까지 전세계는 지금보다 4배의 발전량과 3배의 송전용량 필요(Hitachi Energy)
- 반면, 전력망 확충 지연으로 준공된 발전력의 계통 적기접속 곤란

### □ 전통전원 기반 기존 시스템으로는 전력계통의 불안정성 심화 우려

- 재생e의 변동성, 전기적 특성(직류, 회전력 미제공), 소규모 분산 등 기존 전원과 다른 특성으로 전력계통 운영상 리스크 확대

## II. 국내 전력계통 현황 및 문제점

### 1 전력망 적기확충이 국가적 과제로 대두

### □ 핵심 국가 기간망(345kV 이상) 부족으로 전력의 적기적소 공급 한계 노정

- 동해안-수도권 송전선로 건설 지연, 호남-충청-수도권 간 연계 송전선로 부족\* 등으로 발전력의 소비지 송전이 제한
  - \* 호남과 타 지역 북상 연결 송전선로는 2개에 불과(345kV 신옥천-세종, 345kV 청양-신탄정)

- 이에 반도체·바이오 등 신규 첨단산업 신규 투자 전력공급 차질도 우려

### □ 건설 지연의 핵심 원인은 낮은 주민·지자체 수용성 및 갈등관리 체계 미비

- 전력망 건설 초기 단계부터 지연 발생, 지자체 간 갈등(수해지↔경과지, 경과지 간)도 확대 → 한전 단독 대응 한계 직면

- 전력망 건설 지원제도\*는 '14년 이후로 정체되어 국민 눈높이와 괴리

\* '79년 제정된 「전원개발에 관한 특별법」(현 전원개발촉진법)과 밀양사태 계기 제정된 「송·변전설비 주변지역 지원에 관한 법률」, '14년 이후 단편적 개정에 국한

## 2 기존 전력망 계획 방식은 한계에 봉착

### □ 계통여건 고려 없는 발전-소비 입지로 지역별 계통이슈 발생 중

- 발전원(특히 재생e) 지역 편중으로 일부지역은 계통 불안정 만연
  - \* 호남에 원전(한빛#1~6호) 5.9GW, 태양광 8.8GW (전국의 42%) 위치
- 수도권에 데이터센터 등 대규모 수요 집중, 국가첨단전략산업 공급 곤란

### □ 전력망 지속 확충은 실현 불가능, 기존 설비 이용 효율화 고려 필요

- 높은 밀집도\*, 낮은 사회적 수용성 등 전력망 적기건설 관련 우려 상존
  - \* 송전설비 밀집도(송전선로 길이/국토 면적, '16년 기준) : 미국 0.1597, 영국 0.0691, 한국 0.3323 등
- 전력망 선점\*후 사용하지 않는 “전력망 알박기”로 계통 활용성 저하
  - \* (발전) 이용계약 체결 후 미착공 (수요) 사용신청 급증(데이터센터 등)→ 실수요자 피해

## 3 기존 계통운영 체계로는 새로운 리스크 대응 불가능

### □ 재생e는 우리 전력계통에 경직성·불안정성 등 새로운 도전과제 제기

- 재생e 확대로 전력계통 운영은 유연성 하락, 회복력 저하 등 직면
  - \* 경직성 전원 비중 : ('22) 38.6%(원전 29.6%, 신재생 9.0%) ('30<sup>e</sup>) 54.0% ('36<sup>e</sup>) 65.2%
  - 경부하기에 일부 지역(제주)은 재생e 출력제어 상시화\*, 육지(호남)도 최초 발생('23년, 태양광 2회) 후 확대 전망 → 과잉발전 이슈화
- 전력시장 참여자\*, 급전지시를 받지 않는 발전기\*\* 증가로 운영복잡성 증대
  - \* 발전사 수 : ('01년) 13개社 → ('22년) 5,409개社(한전PPA 포함시 약 12만개社)
  - \*\* 비중양급전발전 설비 비중 : ('01년) 0.6% → ('22년) 20.4%
  - ↳ 설비용량 20MW 미만으로 급전지시를 받지 않는 설비 (시장운영규칙)

### □ 기존 전력계통 운영 체계는 복잡하고 급변하는 여건 수용 곤란

- 그간 전력계통은 전력부족 대응 중심으로 운영, 전력과잉 대응에 한계
- 단기 현안 위주의 계절별(동·하계) 운영방안만 직전에 수립(5.31일, 11.15일)
- 계통 안정화에 충분히 기여하지 못하고 있는 전력시장 구조
  - \* 급전지시를 받지 않는 자원이 많고, 유연성 자원에 대한 투자 유인이 부족

### Ⅲ. 전력계통 혁신 추진전략

<b>비전</b>	<p>무탄소전원 확대(CFE)와 적재적소 전력공급을 뒷받침하는 <b>전력계통 시스템 구현</b></p>
-----------	---

<b>목표</b>	<p>① 핵심 기간망 건설기간 <b>30% 단축</b></p>	<p>② 송전선로 건설규모 <b>10% 절감 (분산편익)</b></p>	<p>③ 계통 유연성 <b>2배 증가</b></p>
	<p>13년 (기존) → 9.3년 (목표) △3.7년 (약 30% ↓)</p>	<p>'22년: 23% ↑, 발전: 72% ↑, 송전선로: 56% ↑ (기준) 63% ↑, 10% ↓ (분산편익)</p>	<p>'23년: 31% (유연성 전원), '36년: 62% (유연성 전원 + 유연성 ESS)</p>

<b>추진 방안</b>	① <b>(건설) 전력망 신속 확충을 위한 패러다임 혁신</b>
	가. 국가 기간 전력고속도로 적기 완성
	나. 지자체·주민 참여형 지역망 확충
	다. 新 개념 전력망 건설 모델 도입
	② <b>(계획) 전력망 有限자원 시대에 맞는 새로운 질서 마련</b>
	가. 발전·소비시설 분산 촉진
	나. 기존 전력망 설비 활용 극대화
	다. 분산촉진을 고려하는 전력망 계획 수립체계로 전환
	③ <b>(운영) 유연하고 안정적인 전력계통 시스템 구축</b>
	가. 한국형 계통 운영체계 정립
나. 예측·대비·복구 강화를 통한 회복력(resilience) 확보	
다. 배전망 변화를 고려한 전력계통 시스템 확장	

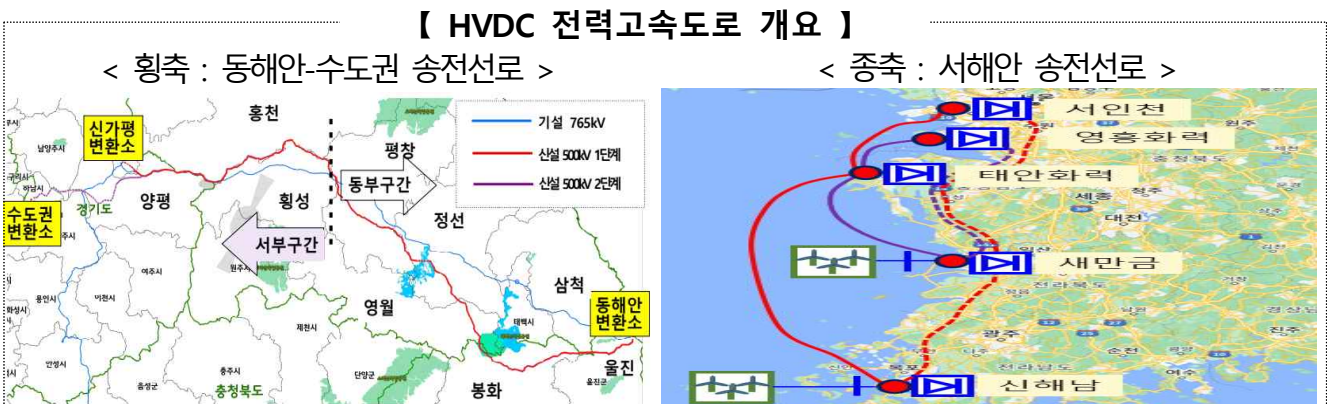
## IV. 전력계통 혁신 추진방안

### 1 전력망 신속 확충을 위한 패러다임 혁신

#### (1) 국가 기간 전력고속도로 적기 완성

##### 1. 횡축-종축 국가 HVDC 기간망 적기 구축

- (횡축) 동해안 발전력을 공급하는 '동해안-수도권 송전선로' 적기 준공(26년)
  - 산업부 전담팀 가동, 인·허가 신속협의를, 제도개선·자원확보 등 병행
- (종축) 호남 발전력을 해저로 공급하는 서해안 송전선로 본격 착수
  - ①서해안 HVDC TF 구성 ②경과지 선정, ③사업모델 개발, ④기술 확보 추진



##### 2. 「국가기간 전력망 확충 특별법」 제정을 통한 적기건설 기반 확충

- (목적) 국가 에너지 안보 및 첨단산업 경쟁력 확보와 직결된 핵심 전력망\*에 대해서는 적기확충을 위한 국가 차원의 지원체계 도입
  - \* 무탄소 전원연계, 첨단산업 전력공급 대용량·장거리 전력 설비 (345kV 이상)
- (내용) 국가 차원의 지원체계 도입, 인허가 특례 및 수용성 강화
  - (거버넌스) 범부처 전력망위원회 신설→ 입지, 갈등조정 등 수행
  - (인허가) 특례사항을 대폭 확대(기존 전축법 15개+ 신규 17개→ 총 32개)
  - (보상) 국민 피해 최소화를 위한 수요자 맞춤형 보상제도\* 도입
    - \* 토지주에 대해 조기합의 장려금(감정가+α), 보상선택제(일시 또는 분할) 등 도입
- (기대효과) 건설기간 단축(약 3~4년)으로 전력망 확충 예측가능성 확보

## (2) 지자체·주민 참여형 지역망 확충체계 도입

### 1. 154kV급 망 보강 숲 과정 재설계

- 지자체 참여를 통해 154kV급 이하 지역내 전력망 확충계획 수립
  - 한전이 장기 송·변전설비 계획 초안 마련 후 지자체와 협의 절차 마련
  - 입지선정위 역할 확대, 경과지 주민 설득, 합리적 인허가 등 책임강화

### 2. 주민 수용성 제고를 위한 제도 혁신

- '14년 이후 정채된 송·변전설비 주변지역 지원대상, 단가 등 조정 검토
  - \* 지원대상 확대(154kV급 포함), 단가 조정(5년주기), 재원 마련(지자체 매칭) 등
- 입지선정 절차 법제화, 지중화 확대, 전자파 관리체계 구축 등 추진

## (3) 新 개념 전력망 건설 모델 도입

### 1. 국가 SOC 공동건설 (도로·철도·전력망)

- 송·변전설비와 도로·철도 공동건설 先검토 제도화('24.下)
  - 제도화 前에도 기 계획된 공동건설 시범사업 추진
    - \* (철도) 경기 인덕원-동탄선 복선전철 신설 & 수도권(수원) 변전소 신설(~'28년)
    - (도로) 경남 함안 군북-가야 국도 신설 & 군북-가야 송전선로 신설(~'27년)

### 2. 속도 제고를 위한 송전사업자의 건설방식 다양화

- 송전시장 미개방 원칙 下에 전력망 건설방식 다양화
  - 송전사업자-민간 건설 부문 협력 확대
    - 설계·시공 부문만 계약하는 現방식에서 설계·시공과 함께 용지 확보와 인허가까지 포괄하는 턴키 계약방식 도입 검토
  - 수요자(발전사업자)가 필요한 전력망(공용망)을 직접 건설하는 모델 도입
    - \* (예시) 발전사업자 요청 시, 계통접속 용량 확보를 위한 전력망 보강을 사업자의 비용 부담으로 추진 → 건설 후 한전에 소유권 이전

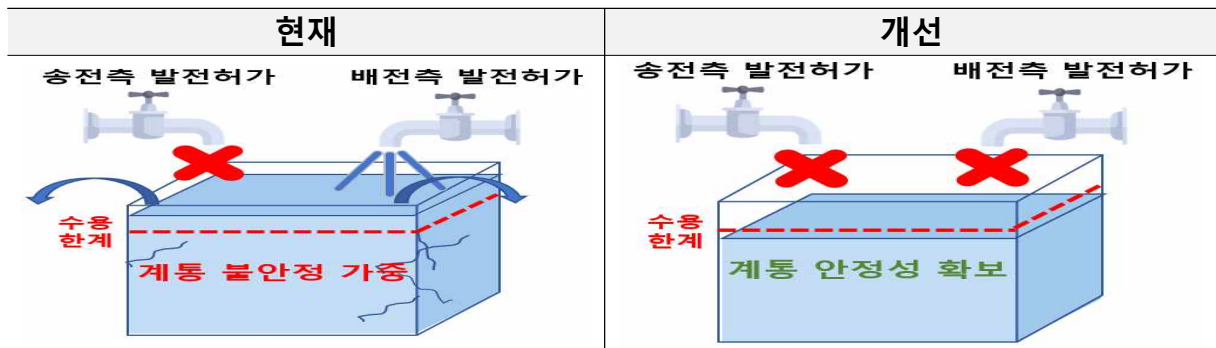
## 2 전력망 有限자원 시대에 맞는 새로운 질서 마련

### (1) 발전·소비 시설 분산 촉진

#### 1. 계통포화 대응을 위한 발전허가 속도조절

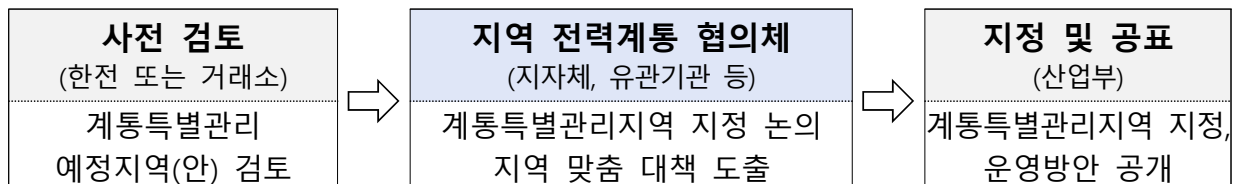
- 계통포화 변전소(154kV 이상)에 연계되는 송·배전망에 접속 신청하는 모든 신규 발전사업 신청에 대한 사업허가를 제한
  - 계통포화변전소 검토(한전)· 확정(전기위, '23.12월) → 공지(전기위→한전·거래소·지자체)→ 사전예고(한전·거래소 홈페이지) 및 시행
  - \* (근거) 전기사업법 제7조 (전기사업의 허가) ⑤ 전기사업의 허가기준 4의2. 발전소나 발전연료가 특정지역에 편중되어 전력계통의 운영에 지장을 주지 아니할 것

#### 【 계통포화 변전소 발전사업허가 변경(안) 】



#### 2. 「계통특별관리지역」 지정 및 지역 맞춤형 계통 대책 마련

- 「계통특별관리지역」 지정 및 지역 맞춤형 대책 마련
  - 포화 변전소 밀집, 출력제어 상시 발생 등 계통현안 발생 지역을 「계통특별관리지역」으로 지정, 맞춤형 계통혼잡 해소 대책을 마련
  - 특별법을 활용한 주요 송전선로 신속 확충, 유연한 허가·접속 적용(ESS구비, 출력제어 조건부 등), 수요유치 등 적극 추진
- 지역 계통현안 논의를 위한 중앙-지방-유관기관 에너지 거버넌스 가동  
 【“지역 전력계통 협의체”를 통한 계통특별관리 대책 마련】





○ 국민 눈높이에 맞춘 전력계통 통합 정보시스템 구축('24.下) 병행

\* 제도 정보(계통특별관리지역, 재생e 계획입지 등), 입지 정보(전력망 건설정보, 신재생e, 공급 여유정보), 신청 정보(이용신청, 전력계통 영향 평가)를 통합 제공

### 3. 유연한 발전허가 접속

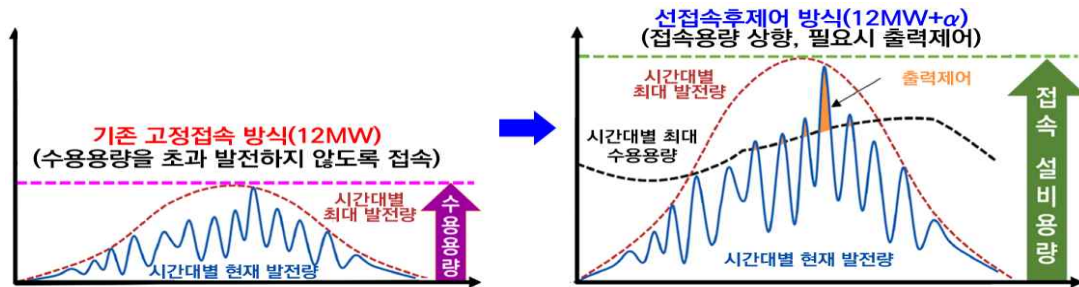
□ 계통특별관리지역의 계통여건을 반영한 맞춤형 허가 추진

□ 시간대별 발전량 패턴을 반영한 유연한 계통연계 방법 마련

○ (ESS 연계) 발전량이 많은 시간대에 ESS를 충전, 그 외 시간에 방전

○ (제어 조건부) 발전량이 많은 시간대에 계통연계 차단, 그 외 시간에 발전

【 발전·수요 패턴을 활용한 유연한 접속 개념도 】



### 4. 계통여건을 고려하는 발전-소비 입지 제도

□ 재생e·계통 여건에 따라 Top-Down 방식으로 보급하는 '재생e 계획입지' 추진

□ 대규모 전력소비시설의 입지가 계통에 미치는 영향을 평가하여 사업 인·허가 여부를 결정하는 '전력계통 영향평가' 제도 시행('24.6월)

## (2) 기존 전력망 설비 활용 극대화

### 1. 망 이용 관리체계 강화

□ 전력망 알박기 개선을 위한 발전사업자 관리 강화

○ 망 이용계약 체결 후 사업 未 개시 허용기간 축소('23.下, 2년→1년), 허가받은 용량보다 많은 전력망을 사용하는 사업자 관리 강화('24년~)

□ 허수 전기 사용자 선별을 위한 전기공급 신청 요건 강화('24년~)

## 2. 전력망 업그레이드 신기술 적용

- 기설 선로를 교체하여 용량을 높이는 공법(인클로징), 기설 전력망 용량 확대 기술 등
  - \* 인클로징 공법 : 기설철탑 외측에 신규 철탑을 건설한 후, 기설 철탑을 철거하는 방식으로 경과지 변경없이 지지물만 교체하므로 주민 반발이 적고 경제성이 높음

### (3) 분산축진을 고려하는 전력망 계획 수립체계로 전환(중장기)

- 수급 불균형 개선(분산 축진)을 고려한 전력망 계획 체제로 전환(중장기)
  - \* 현재 전기본에 분산e 보급목표를 제시하고 있으나 송·변전설비계획과 미연계

【 분산e 목표 반영 전력망 계획 수립체계(안) 】

구분	전력수급기본계획	장기송변설비계획	기대효과
기존	[전국] 수급전망 (총량만 제시)	설비계획 수립 (전력망 보강 100%)	발전·소비 입지 및 분산 미고려
개선	[전국·지역별] 수급전망	설비계획 수립 (분산+전력망 보강)	분산편익 발생, 망 보강 최적화
	⇨ [지역별] 수요·공급 목표 산출 ↑ 분산 목표 반영		

## 3 유연하고 안정적인 전력계통 시스템 구축

### (1) 한국형 계통 운영체계 정립

#### 1. 계통운영 전망 고도화

- 봄·가을철 지속 발생 전망인 「전력공급 과잉」 대응체계 제도화
  - ①경부하기(춘·추계) 대책 수립 정례화, ②하향예비력\* 체계 도입 및 ③출력제어 운영기준 명확화
- 「중장기(지역단위 5년 이내, 전국단위 15년) 계통운영 전망」 도입(‘24년~)
  - \* (現) 계절별 운영방안 직전수립 → (改) 선제적 계통 예측+ 불안정 해소방안 제시
- 계통안정화 자원(NWAs\*) 체계적 확보 및 주기적 점검체계 구축(‘24년~)
  - \* 전력망건설 대안기술(Non-Wire Alternatives) : 저장장치, 주파수·전압 안정화 설비 등 전력망 건설을 회피하고 송전가능용량을 증가시키는 자원// 전기본에는 총량목표만 제시

## 2. 모든 주체에게 유연성·안정성 책임 부여

- 발전원 특성을 고려한 운영기준 및 성능관리 체계 재정립
  - 화력, 원전 등 중앙급발전기는 감발성능을 강화, 재생e 등 비중앙급발전기는 계통안정화에 기여하도록 제도·인프라 구축
- 경부하기 전력수요를 창출하는 플러스 DR 확대(제주→육지, '24년)

## 3. 계통 상황과 연동하여 보상하는 시장제도 도입

- 재생e를 제어가능 자원화하는 '재생e 입찰제도' 도입(제주: '24.2월, 전국: '25년)
- 유연성 및 안정성을 제공하는 발전원에 대해 인센티브 부여
  - 예비력을 거래하는 실시간·보조서비스시장(제주: '24.2월, 전국: '25년), 출력제어 등 서비스를 거래하는 신보조서비스 시장('24.上) 등 도입

## (2) 예측·대비·복구 강화를 통한 회복력 확보

### 1. 피해 예측 고도화 및 사고·재난 발생시 신속복구 체계

- 전력설비 피해예측 기술 개발('24.3월), 철탑에 실시간 자연재해 인식이 가능한 'AI 기술의 CCTV' 설치('24년~)
- 정전 발생이 잦은 공동주택에 대해 '디지털 안전관리시스템 구축('25년~)

### 2. 전력 기반시설 사이버 위협에 대한 대비태세 정립

- 재생e 연계 전력망에 대한 악성코드 탐지·차단 체계 구축('24.下)

## (3) 배전망 변화(소비→발전 연계)를 고려한 전력계통 시스템 확장

\* 기존 배전망 역할은 송전 전력의 최종 소비자 공급에 한정되었으나, 재생e가 배전망에 주로 연계\*됨에 따라 배전망 운영 필요성 대두(재생e 75%가 배전망에 연계('23.8월 기준))

- 운영·계획, 지역 내 분산 자원의 예측·제어 등 배전사업자(한전) 역할 정립
  - \* 배전망 운영규칙 제정('24.6월), 중장기 배전설비계획 수립('25.上) 등

- 전국 송전망과 지역 배전망간 관계 정립(분산특별법 하위법령 제정 '24.6월)

\* 현재 송전망 운영자는 거래소(154kV 이상 송전), 한전(154kV 이하 송전 일부), 배전망은 한전이 관리하고 있으며 운영을 포함한 송전계통과의 관계 불분명

---

# 전력계통 혁신대책

---

2023. 12. 4.

산업통상자원부

# ❏ 목 차 ❏

I. 추진배경 .....	1
II. 국내 전력계통 현황 및 대응 방향 .....	5
III. 전력계통 혁신 추진전략 .....	14
IV. 전력계통 혁신 추진방안 .....	15
V. 추진 계획 .....	43

# I. 추진배경

## 1 지금은 전력계통 대전환의 시기

### □ 전세계적으로 전력계통 시스템을 둘러싼 여건이 급격하게 변화

- 탄소중립, 에너지안보 구현에 따라 무탄소전원(원전, 신재생e) 대폭 확대
  - \* (프랑스) '50년까지 태양광 100GW·해상풍력 80GW 설치, 신규원전 최대 14기 건설 목표
  - (미국) '30년까지 연방정부 시설은 무탄소 전력 100% 사용토록 하는 행정명령 시행('21.12)
- 전기화 확대\*, 첨단산업 우위선점 경쟁 등으로 전력수요 증가\*\*
  - \* 산업부문 탄소감축을 위해 산업공정에 사용하던 화석연료의 전기 대체가 불가피
  - \*\* 연평균 전력 소비량 증가율 : ('10~'20) 2.3% → ('20~'50) 3.2% (Net Zero by 2050, IEA)

### □ 전원과 수요를 물리적으로 연결하는 전력망 확충의 중요성 증대

- 발전력 증가 및 변화된 전원믹스, 지리적으로 인접하지 않은 수요의 확대는 신규 전력망 대규모 증설을 요구
  - 특히 재생e 설비용량 급증에 따른 새로운 계통수요 증가
    - \* '50년까지 전세계는 지금보다 4배의 발전량과 3배의 송전용량 필요(Hitachi Energy)
- 반면, 전력망 확충 지연으로 준공된 발전력의 계통 적기접속 곤란
  - \* (영국) '22년에 전력망에 연결된 프로젝트는 요청일로부터 약 4년이 지난 후에 연결
  - (미국) 재생e 1.2TW 접속 대기 추정('22년 말 기준)

### □ 전통전원 기반 기존 시스템으로는 전력계통의 불안정성 심화 우려

- 재생e는 기상상황에 따른 변동성, 전기적 특성(직류, 회전력 미제공), 소규모로 분산되어 계통에 접속 등 기존 전원과 다른 특징을 보유
- 이에 따라 수급 불균형 및 계통 불안정·복잡성 증대 등 리스크 확대

#### 【 재생e 증가에 따른 전력계통의 도전과제 】

구분	영향	도전과제
수급 불균형	■ 기상변화에 따른 실시간 공급 변동성 심화	▶ 전력 시스템 유연성 확보
계통 불안정	■ 동기발전기 감소로 계통 관성 저하 주파수 변동 시 발전기 탈락 등	▶ 계통 안정화 설비 및 기술 도입
복잡성 증대	■ 계통 참여 설비 급증 (재생e, 유연성 자원 등)	▶ 운영계획 고도화, 형평성 이슈 극복

## 2 세계 각 국의 대응현황

◆ 에너지 탄소중립 구현의 핵심과제(weak link)를 전력망 리스크\*로 인식, 전력망 확충 및 전력시스템 혁신을 국가적 과제로 적극 추진











\* IEA "전력망과 안전한 에너지 전환" 中 (Electricity Grids and Secure Energy Transitions, '23.10월)

### (1) 계통 인프라 확충

#### □ 전력망 확충을 에너지안보의 핵심으로 인식하고 국가적 역량 투입 중

- 신규 건설, 노후설비 업그레이드 등 대대적인 전력망 투자 추진
  - \* (미국) 노후 전력망 현대화 등에 전력망 보강에 1천억 달러 투자(청정인프라 투자계획, '21.3월)
  - (일본) 해저 HVDC 송전망 등에 약 7조엔 투자(광역연계계통 마스터플랜, '23.3월)
  - (독일) 재생에너지 연계 신규 송전망 43개(신규 35개 + 용량증대 8개) 확충계획 마련
- 국가 주도의 전력망 적기건설을 위한 획기적인 제도 개선 추진
  - ①인허가 절차 간소화 등 전력망 관련 특별법 제정
  - ②주민참여 확대 및 ③합리적 보상, ④지중화를 통한 수용성 향상
  - ⑤전력망 - 도로·철도 등의 공동건설 추진으로 국가자원 이용 효율화

#### 【 해외 제도개선 현황 】

구 분	내 용
① 특례법	 (독) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ EnLAG(09) : 국가 필수 전력망 사업 명시, 인허가 최소화 및 주기적 관리·지원</li> <li>○ NABEG(11) : 전력망 계획부터 투명한 정보공개, 이해관계자 참여 의무화</li> </ul>
	 (미) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인프라법(21) : DOE의 국가 필수 전력망 사업 선정, FERC 강제승인 기준 개선</li> </ul>
② 참여	 (독) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 송전망 계획단계부터 투명한 정보공개, 이해관계자 참여 의무화</li> </ul>
	 (미) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 송전망 계획·승인 후 과정 이해관계자 참여, 진행과정 공개로 투명성 확보</li> </ul>
③ 보상	 (독) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 8주 이내에 토지보상 합의한 경우 간소화 보상금 추가 지급(75% 수준)</li> </ul>
	 (네) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 6주 이내에 토지보상 합의한 경우 간소화 보상금 지급(20% 수준)</li> </ul>
④ 지중화	 (독) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국가 필수 송전망 사업 대상 주거지와의 근접성 등 특정 요건 만족시 지중화</li> </ul>
	 (덴) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 송전망의 점진적 지중화 및 신규 송전망의 지중화 의무화 가이드라인 제정</li> </ul>
⑤ 공동건설	 (미) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ NextGen 사업 : 미네소타주 고속도로, 통신망·HVDC 공동 연계</li> <li>○ SOO Green HVDC 사업 : 아이오와~일리노이주 철도, HVDC 연계</li> </ul>
	 (프) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Piedmont-Savoy HVDC 사업 : 프랑스-이탈리아 고속도로, HVDC 연계</li> </ul>

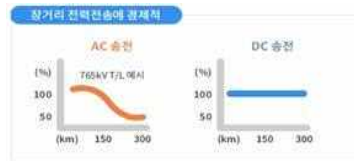
## □ 전력망 건설의 어려움을 감안하여 효율적 방식의 새로운 기법 도입

- 국가 간 전력망 연계, 재생e 확대에 따라 원거리를 효율적으로 송전하기 위한 초고압직류(HVDC : High Voltage Direct Current) 활용 증가

\* (일본) 홋카이도-도호쿠-도쿄를 연결하는 해저 송전선로 도입 추진  
 (유럽) 영국-노르웨이 해저 송전선로 준공, 영국-독일 송전선로 건설 중  
 (중국) 장베이-베이징 육상 송전선로 등

### < HVDC의 특징 및 세계시장 동향 >

- (특징) HVDC는 교류(AC) 대비 장거리 송전시 효율이 높고, 전류흐름의 제어도 가능



- (동향) 전세계 HVDC 시장은 '23년 \$113억에서 연평균 6.68%씩 안정적으로 성장하여 '30년까지 \$178억으로 성장할 것으로 전망 (Verified Market Research 2023)

### < 주요국 HVDC 추진 동향 >

독 일	재생에너지법(EEG)을 통해 재생e 프로젝트 개발 및 HVDC 활용을 장려
미 국	경쟁입찰 프로세스 및 비용할당 메커니즘을 통해 HVDC 등 송전사업 지원
E U	국가간 상호연결 촉진, Grid 인프라 개선, 통합되고 탄력적인 에너지 시스템 구성을 위해 HVDC 사업을 지원하는 '청정에너지패키지' 시행

- 기존 전력망 활용을 극대화하기 위해 계통 여유도에 따른 접속기준 차별화 등 새로운 망 이용질서\* 도입

\* (일본) 계통 혼잡 시 출력제어 조건으로 접속허가를 하는 'non-firm형(유연한)' 접속방식도입, 계통접속 허가 후 발전 미가동 시 계약을 해지할 수 있도록 제도 개선('19)  
 (영국) ESS 연계형 사업자의 경우, 계통부담 완화효과를 고려하여 우선순위 부여('23)

## [2] 전력계통 운영

## □ 재생e 확대에 대응하여 안정적 계통 운영을 뒷받침하는 새로운 설비 도입

- 재생e 간헐성·변동성을 보완하는 배터리·양수 등 유연성 자원 확보 추진

\* (영국) 리튬배터리 및 양수발전 위주의 저장기술을 고려한 스마트시스템 유연성계획('21.7월)  
 (독일) 단기적으로 양수발전에 집중, 장기적으로는 BESS, 섹터커플링 프로젝트 추진  
 (호주) 배터리와 양수발전을 포함한 2년 주기의 발전-전력망 통합계획 수립  
 (미국) 에너지저장장치 설치 및 유연성 용량 확보 의무화, 수요자원 활용



○ 주파수·전압의 안정적인 유지를 위해 계통안정화 자원\*을 활용

- \* (독일) 계통 안정도 향상을 위해, 원전 폐지 지역 인근에 동기조상기 운영
- (스페인) HVDC를 이용한 가상관성 제공에 대한 연구 진행 중
- (아일랜드) 비동기발전비율을 지표화하여 안정성 확보 위한 적정수준 전통전원 운전

□ 실시간 수급대응력 강화를 위해 모든 전원의 유연성 제공 의무 강화

○ 계통 운영여건의 변동성·간헐성 대응을 위해 원전·화력 등 전통전원에 대한 유연성 강화 추진 중

- \* (프랑스·독일) 원자력 발전소도 주파수제어 및 부하추종운전 모드 운영 중
- (일본) 화력발전 최저출력 하향 기준 마련 등

○ 계통 안정성을 위해 과잉발전력에 대한 일정 수준의 출력제어도 병행

- \* 영국, 독일 등 유럽 주요국은 4%, 북미는 2.2%, 일본은 3.8% 수준으로 출력제어 중

※ IEA는 출력제어를 재생e의 변동성을 비용 효율적으로 보완하는 “간접적인 저장”(implicit storage) 수단이라고 규정 (Firm Power Generation 2023, '23.1월)

- 재생e 발전설비의 계통 안정화 기능(인버터 지속운전성능, 원격제어 기능 등) 구비 의무도 부여

- \* (독일) 기존 구형 인버터를 출력제어 가능한 신형으로 교체 완료, 신규는 구비 의무화
- (덴마크) 태양광·풍력(기설 포함) 발전설비에 자체 밸런싱 의무 부여('08)

□ 재생e 감시·제어 인프라 및 맞춤형 시장제도 도입·운영

○ 재생e 수용성 확대를 위한 예측, 관리시스템 개발·운영 중

- \* (스페인) 전력제어센터 - 중앙신재생관제센터 - 지역신재생센터간 계층제어 체계화, 풍력발전량을 최대로 유지할 수 있도록 풍력 수용시스템 운영
- (영국) 시간대별 풍력발전량과 일별 최대발전량 예측이 가능한 신재생 예측시스템 개발
- (미국 텍사스) 0~180분 후 풍력발전량 급변 가능성에 대비한 계통관리시스템 개발

○ 재생e 변동성 완화를 위한 실시간 시장 및 가격 입찰제도 운영 중

- \* (독일, 덴마크) 실시간 수급 변동을 반영하는 실시간 시장, 재생e를 시장 입찰에 참여시키는 재생e 입찰제도 운영

## Ⅱ. 국내 전력계통 현황 및 대응 방향

### 1 현황 및 문제점

#### (1) 전력망 적기확충이 국가적 과제로 대두

##### □ 핵심 국가 기간망(345kV 이상) 부족으로 전력의 적기적소 공급 한계 노정

- 동해안 지역은 발전소 신규 도입\*에도 대규모 송전선로 추가 건설 지연\*\*에 따라 남는 전력의 전력 부족지역으로 송전이 제한

\* 신한울 #1('22년)·#2('23년), 강릉안인 #1('21년)·#2('23년), 삼척화력#1('23년)·#2('24년) 등

\*\* 동해안 전력의 수도권 수송을 위한 '500kV 동해안-수도권 송전선로' 장기지연  
↳ '09년 최초 반영 후 주민반대, 지자체 비협조로 입지선정 지연(동부 '19.4월 서부 '22.2월 완료)  
- 동해안과 타 지역 연결 송전선로는 3개 노선에 불과(765kV 신한울-신가평, 345kV 동해-신제천, 345kV 한울-신영주)

- 호남 지역은 신재생e 확대\*에도 지역간 송전선로가 부족\*\*하여 송전 제약 및 계통 불안정 우려 발생 중

\* 호남 신재생e 설비(GW) : ('20년) 6.2 → ('21년) 8.4 → ('22년) 9.8 → ('23.9월) 10.4

\*\* 호남과 타 지역 연결 송전선로는 2개에 불과(345kV 신옥천-세종, 345kV 청양-신당정)

- 이에 반도체·바이오 등 신규 첨단산업 신규 투자 전력공급 차질이 우려

\* 용인 첨단 시스템반도체 클러스터('23.3월 조성계획 발표)는 인근 발전력 부족으로 원거리 발전소의 발전력을 송전 받아야 하는 상황

\* 345kV 신시흥-신송도 송전선로 건설 지연(목표: '26.9월, 예상: '28.12월)으로 송도 바이오 클러스터 신규 투자 차질 우려

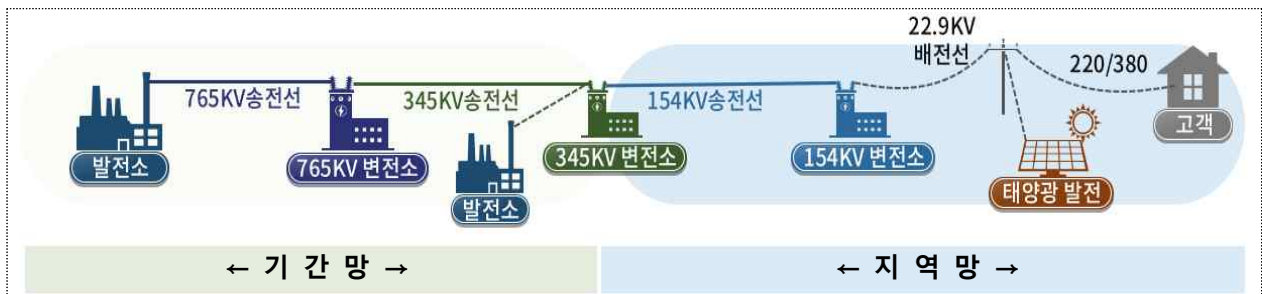
##### □ 건설 지연의 핵심 원인은 낮은 주민·지자체 수용성 및 갈등관리 체계 미비

- 최근 송·변전설비에 대한 수용성이 크게 악화되어 건설 초기단계 부터 지연\* 발생

\* ①(입지선정) 입지선정 무효·지중화 대폭 확대 등 요구, 지자체 입선위 구성 비협조 등  
②(인허가) 지자체 사업 공고 거부 등 비협조, 환경청 등 관계부처 협의 장기화 등

- 지방자치 본격화로 주민 반대에 따른 인·허가 지연 등 지자체 비협조 사례 발생, 지자체 간(수해지↔경과지, 경과지 간 등) 갈등도 확대
  - \* (신시흥-신송도 345kV) 시흥(경과)↔송도(수해), (동해안-신가평 500kV) 흥천(경과)↔횡성(경과)
- 한전 단독으로 건설 쉰 과정 수행하고 있어 갈등 관리에 미흡
  - \* (주요 과정) 계획 → 입지선정 → 인허가(실시계획, 영향평가 등) → 건설
- 345kV급 이상 대용량 전력망은 국가 핵심 인프라임에도 갈등 관리 거버넌스 부재로 관련 주체간 이해관계 조정에 한계
- 지자체의 참여·책임 체계의 부재로 지자체의 주민 수용성 및 인허가 관련 비협조 문제 심화
  - 특히, 지역망(154kV급 이하)은 지역 내 전력수급 인프라로 일부 지자체는 계획, 입지선정 등 초기단계부터 참여를 희망
  - \* 시흥시는 장기 송변전설비 계획 수립 시 지자체 협의 등 참여 요구(관련법 개정 건의)

【 송전 전압별 역할 】



□ 전력망 건설 지원제도는 '14년 이후로 정체, 국민의 눈높이와 괴리

- 밀양사태 계기 「송전설비주변법\*」이 제정되었으나('14년), 지역망 보상 제외, 보상단가 정체 등으로 주민 수용성 확보에 어려움
  - \* 「송변전설비 주변지역 보상에 및 지원에 관한 법률」 제정 이후 전력망 건설 관련 제도 개선은 단편적 개정에 국한
- 아울러, 지중화 요구 확대, 전자파 우려로 인한 건설반대가 전력망 건설 지연의 새로운 원인으로 대두
  - \* (사례) 345kV 당진화력-신송산, (터널식)지중화 확대 협상 등으로 최초 대비 78개월 지연
  - \*\* (현안) 지중화재원 한계 등에 따른 낮은 지중화 비율(14.3%), 법적 근거 미비 등 전자파정보공개 미비, 어린이집 등 민감장소 대상 강화된 기준 요구 등

## [2] 기존 전력망 계획 방식은 한계에 봉착

### □ 계통여건 고려 없는 발전-소비 입지로 지역별 계통이슈 발생 중

- (발전설비) 기상여건 등 사업성 중심의 사업 허가로 재생e 특정지역 집중, 일부지역은 계통이 수용가능한 설비를 초과하여 계통 불안정 발생
  - \* 신재생e 발전설비 28GW 중 10GW가 호남권에 입지('22년 기준)
- 특정 지역의 발전소 편중을 방지하는 규정\*이 있음에도 발전설비가 밀집되어 계통여건이 어려운 지역에 신규 발전소 진입 중
  - \* 발전사업 허가기준에 '발전소나 발전연료가 특정 지역에 편중되어 전력계통의 운영에 지장을 주지 아니할 것'을 명시(전기사업법 제7조 제5항 제4의2호)
- 발전설비 편중에 따른 계통 불안정 우려 심화, 출력제어도 발생 중
  - \* 발전사업 허가신청 시, 발전설비용량이 1만킬로와트 초과 신청자만 전력계통 접속에 따른 한전 의견서를 의무적으로 구비(전기사업법 시행규칙 별표1의2)

#### 【 발전설비 밀집에 따른 지역별 계통 이슈 】

호 남	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶(현황) <b>원전</b>(한빛#1~6호) 5.9GW, <b>태양광</b> 8.8GW (전국의 42%) 위치                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 타지역 전력 인출을 위한 송전선로는(345kV급 이상) 2개에 불과(신옥천-세종, 청양-신탄정)</li> </ul> </li> <li>▶(이슈) 전력수요가 낮고 재생e 이용률이 높은 <b>봄·가을철 주간 시간대에 지역 전력수요, 타지역 송전용량을 초과하는 과잉발전력 발생</b>, 재생e가 밀집되어 <b>호남-수도권 용통선로 등 주요 선로고장 시 계통불안정 우려</b> → 계통불안정 해소를 위한 <b>경직성 전원(원전, 재생e) 출력제어 불가피</b></li> </ul>
제 주	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶(현황) 전력수요는 연평균 <b>700MW</b>, 발전설비는 <b>2,200MW</b> 수준이며, 특히 <b>재생e만 850MW로 전력수요를 초과하고 있는 상황</b></li> <li>▶(이슈) <b>봄·가을철 주간 시간대에 과잉발전력 발생</b> → 계통불안정 해소를 위한 <b>재생e 출력제어 지속 증가</b></li> </ul>

- (전력수요) 수도권에 데이터센터 등 대규모 소비시설이 집중되어 반도체 등 국가첨단전략산업에 대한 전력공급 곤란
  - \* 전력수전예정통지 1,247건, 81GW 중 수도권 입지가 72%에 이를 전망('23.6월 기준)
  - (사례) 고양시는 데이터센터가 전력 여유용량 선점, 제3킨텍스에 전력 적기 공급 곤란
- (거버넌스) 계통 이슈가 지역에서 발생함에도 중앙정부와 지자체간 이슈 해결을 위한 소통 부재
  - 발전·소비시설 입지의 인·허가 권한을 지닌 지자체와 중앙정부의 정책 괴리는 전국민의 공익인 안정적 전력공급 침해 우려

## □ 지역별 전력수급 불균형 심화 → 전력망 보강·확충 악순환 야기

- 계통 여건을 충분히 고려하지 않은 발전·전력소비시설 입지 → 지역별 전력수급 불균형 발생 및 망 보강 수요 지속 증가

\* (8차) 26.5조원('17~'31년) → (9차) 29.3조원('20~'34년) → (10차) 56.5조원('22~'36년)

### 【 지역별 전력수급 현황 ('22년 기준) 】

구분	수도권*	강원권	충청권	영남권	호남권**	전국
발전량 (A)	144.4TWh (24.3%)	33.9TWh (5.7%)	114.1TWh (19.2%)	222.0TWh (37.4%)	80.0TWh (13.5%)	594.4TWh (100%)
소비량 (B)	214.8TWh (39.2%)	17.3TWh (3.2%)	92.9TWh (16.9%)	151.2TWh (27.6%)	71.7TWh (13.1%)	547.9TWh (100%)
전력자급률(A/B)	0.67	1.96	1.23	1.47	1.12	-

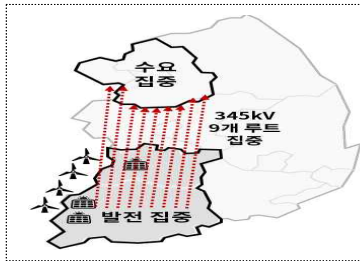
\* 발전원은 수도권 외 지역에 입지한 반면, 전력소비는 수도권 비중이 상대적으로 높음

\*\* 호남권은 제주지역을 포함

- 높은 밀집도\*, 낮은 사회적 수용성 등 전력망 적기건설 관련 우려 상존

\* 송전설비 밀집도(송전선로 길이/국토 면적, '16년 기준) : 미국 0.1597, 영국 0.0691, 한국 0.3323 등

### 【 전력망 보강 계획의 특정지역 집중 현황 】



◇ 발전력 집중 지역(호남권·영동권)과 수도권 연계 345kV급 이상 11개 선로 필요

- 원전, 재생e 확대가 예상되는 호남권은 9개 선로 집중

◇ 특정지역에 과도하게 밀집된 설비보강계획은 주민 수용성 등 고려 시 이행 가능성 부족

- 계통불안정 증대 및 전력시스템 혼란 가중 우려

## □ 전력망 건설 여건의 어려움을 고려하여 기존 설비 이용의 효율화 필요

- 전력망을 선점하고 발전소 착공\*, 전력 소비시설 건설\*\* 등을 진행하지 않는 “전력망 알박기” 현상으로 인해 계통 활용성 저하

\* (발전) 망 이용 계약 체결 후 발전소 착공을 진행하지 않아 후발 사업자의 진입 방해

- 송전용 전기설비 이용 실태점검 결과('23년) : 정상추진 218건(21.3GW), 사업지연 372건(16.2GW), 계약해지 12건(0.5GW) → 0.5GW 계통용량 확보

\*\* (수요) 신규 변전소 인근 전기사용신청 급증(데이터센터 등) → 실수요자 전력공급 지장

- 재생e 원별(태양광·풍력 등), 시간별(주간·야간 등) 고려 없이 이용률을 획일적·경직적으로 적용하여 계통 이용의 효율성 저하

\* 재생e 이용률을 일괄적으로 70%로 적용하여 계통검토 시행

- 재생e 보급 속도를 전력망 신규 건설이 따라가지 못해 계통 접속 허용용량이 절대적으로 부족

\* 재생e 발전소 건설은 1~3년, 송·변전설비 건설은 최소 6년 이상 소요

\*\* 계통접속을 신청한 1MW 이하 재생e 20.7GW 중 3.0GW(14.6%) 대기 중

### (3) 기존 계통운영 체계로는 새로운 리스크 대응 불가능

#### □ 재생e는 우리 전력계통에 경직성·불안정성 등 새로운 도전과제 제기

- 변동성이 크고\* 출력조정이 어려운\* 재생e 확대로 실시간 수급 관리가 어려워지고 전력계통의 유연성도 하락\*\*

\* 일간 전력수요 변동폭 2배 증가 ('18년 7GW → '22년 15.6GW)

\*\* 경직성 전원 비중 : ('22) 38.6%(원전 29.6%, 신재생 9.0%) ('30<sup>e</sup>) 54.0% ('36<sup>e</sup>) 65.2%

- 경부하기에 일부 지역(제주)은 재생e 출력제어 상시화\*, 육지(호남)도 최초 발생\*\*('23년, 태양광 2회) 후 확대 전망 → 과잉발전 이슈화

\* ('15년) 3회(풍력)→('21년) 64회(태양광 최초 발생(1회))→('22년) 105회→('23.10월말) 110회

- 재생e는 회전력을 제공하지 않아\* 고장 발생 시 회복력 저하, 필수성능\* 미구비에 따른 계통 불안정 우려 등 직면\*\*

\* 전력계통의 관성, 강건성이 낮아져 주파수, 전압 안정성 급격히 저하

\*\* 전력설비 고장으로 주파수, 전압이 하락해도 전력계통에서 탈락하지 않고 지속 운전하는 기능

- 태양광 설비 중 저주파수 지속운전 성능 약 50%, 저전압시 지속운전 성능 구비 18% 불과

- 민간의 전력시장 참여 증가\*·전원구성 다양화와 함께 급전지시를 받지 않는 발전기\*\*가 크게 증가하여 수급·계통의 불안정성, 경직성 심화

\* 발전사 수 : ('01년) 13개社 → ('22년) 5,409개社(한전PPA 포함시 약 12만개社)

\*\* 비중앙급전발전(시장운영규칙 상 정의) : 설비용량 20MW 미만으로 급전지시 받지 않는 설비

#### 【 '01년 대비 '22년 발전설비 현황 비교 】

구 분	2001년			2022년		
	증 양	비중앙	합계	증 양	비중앙*	합계
호기수	222	157	379	410	121,402	121,812
(비 중)	58.6%	41.4%	100%	0.3%	99.7%	100%
설비용량	50.6GW	0.3GW	50.9GW	110.6GW	28.4GW	139.0GW
(비 중)	99.4%	0.6%	100%	79.6%	20.4%	100%

※ 비중앙 중에서도 3MW 이하 태양광이 12만개(22GW)로 대부분을 차지

- 우리나라는 다른 나라와 연결되지 않은 독립 계통으로(계통섬), 지역간 전력수급 불균형을 국내 전력망내에서만 해결해야 하는 구조적 한계

\* 해외는 계통운영 신뢰성, 설비투자 경제성 등을 위해 국가간 연계 진행 추진 중

- (유럽) 영국-프랑스-네덜란드, 스웨덴-핀란드-독일 등 다수의 국가 연계

(미국) 미국(북부, 동부)-캐나다, 미국(서부, 남부)-멕시코 등 연결




## □ 이상기후, 재생e 증가로 정전 등 전력계통 리스크 요인 증가

○ 산불, 지진, 집중호우 등 예상을 뛰어넘는 자연재해가 지속적으로 발생함\*에 따라 계통 불안정 우려

- ① (산불) '23년 3~4월간 전국 산불 327건 발생 ⇨ 전년 동기대비 22.6% 증가  
'22년 총 740건 산불 발생(설비고장 54건) 중 총 7개소 계통 위험 발생
- ② (지진) '23년 현재까지 44건(규모 2.0 이상) 발생 ⇨ 전년 동기대비 170% 증가
- ③ (호우-태풍) 수도권 집중호우('22.8) ⇨ 80년만의 시간당 강수량 기록 경신(141.5mm)  
 전남태풍('22.9) ⇨ 매미('03), 루사('02) 이후 최대 위력의 내습태풍

○ 인버터, 직류(DC) 기반의 재생e 설비가 빠르게 확대됨에 따라, 기존 계통 불안정성 심화로 대규모 광역 정전 발생 가능

### 【 해외 광역정전 주요 사례 】

국가	개요	발생원인	피해규모	시사점
 미국	'20.8월 캘리포니아	· 열폭풍(36~37도) · 예비력 자원 부족	500MW 순환정전	· 재생e 예측력 향상 필요
 영국	'19.8월 웨일즈 등	· 복합발전기 고장 · 풍력발전기 파급고장	100만명 정전피해	· 신규자원 및 적정 예비력 설계 필요 · 파급고장 대응 개선
 호주	'16.9월 남호주	· 선로고장(토네이도) · 풍력발전기 파급고장	85만명 정전피해	· 관성, 예비력 등 제도적 개선

\* 지난 몇 년간 재생e 비중이 높은 해외에서 대규모 정전 다수 발생

○ 재생e, IoT 활용 등 전력계통 확장·접점(노드) 증가에 따른 사이버 위협 가중

## □ 기존 전력계통 운영 체계는 복잡하고 급변하는 여건을 수용하기에 곤란

○ 그간 전력계통은 전력부족 대응 중심으로 운영, 전력과잉 대응에 한계

- 피크수요는 동·하계 계통운영방안 수립, 부족 전력을 채우기 위한 예비력 등으로 대응, 경부하기(춘·추계) 남는 전력 해소를 위한 제도는 미흡

\* 동·하계 최대전력 기준의 운영방안 수립(2회), 전력수급 균형 유지를 위해 전력수요를 초과하여 보유하는 공급능력인 예비력 제도 등(신뢰도 고시)

- 과잉전력 해소를 발전원 출력제어로 대응 중이나 대상·순서 등 명확한 매뉴얼 부재로 사회적 갈등(태양광 사업자 소송제기 등) 발생

○ 단기 현안해결 위주의 계절별(동·하계) 운영방안만 직전에 수립 (5.31일, 11.15일) → 선제적 대응이 불가능한 구조

\* (해외사례) 호주, 북미 등은 중장기 전력계통 신뢰도 및 시장을 전망하고, 대외 공개

- 전력망 및 계통안정화 자원 보강, 제도 개선 등에 장시간이 소요되어 문제 해결을 위한 적기대응이 곤란(골든타임 경과)

\* FACTS 등 안정화 자원 설치에 최소 1년 이상, SPS 등 보호장치 설치에 6개월 이상 소요

- 신재생e 등 변동성 전원의 확대에 따라 송·변전설비 외 계통 안정화 자원 필요량을 전기본에 반영하였으나, 세부이행방안은 미수립

**【 계통 안정화 자원 소요 전망(안) : 10차 전기본 】**

구분	유연성 자원	저장장치 필요량	소요비용
단주기	기타 저장장치	3.66GW	0.7~1.2조원
장주기	기타 저장장치	20.85GW	22.8~39.0조원
	양수	1.75GW	5.2조원

\* (단주기) 주파수 유지, 변동성 대응 (장주기) 출력제어 완화, 부하 평준화 등 공급과잉 대응

- 계통 안정화에 충분히 기여하지 못하고 있는 전력시장 구조
  - 급전지시를 받지 않는 자원이 많고, 모든 전원 단일시장·단일가격 거래로 전원별 특성 고려가 미흡
  - 現 하루전 시장만으로는 예측 불확실성, 실시간 변동 등에 대한 대응이 어렵고, 유연성 자원에 대한 투자 유인 부족

**[참고] 계통안정화 자원**

- (개념) 전통적인 발전설비 및 송변전설비 외에 동기조상기, ESS(에너지저장장치), FACTS(유연송전시스템) 등의 자원을 의미
- (효과) 주파수, 전압 유지 등 계통안정성 강화 뿐만 아니라 부수적으로 송전용량도 증가
- (사례) 미국 Oregon州는 주민 반대로 130km 송전선로 건설지연이 발생하였으나, ESS 등 설치를 통해 주파수 안정성 제고 및 200MW 송전망 제약 완화

**【 활용목적에 따른 계통안정화자원 분류 】**

계통안정화자원	활용 목적				
	주파수 유지			전압 유지	수급균형
	관성	초속응성	변동성		
동기조상기	○			○	
ESS	초단주기		○		△
	단주기			○	△
	장주기				△
	그리드포밍		○		○
FACTS				○	



## □ 소규모 분산전원인 재생e 확대에 따라 배전망 운영체계 도입 필요

- 기존 배전망 역할은 송전 전력의 최종 소비자 공급에 한정되었으나, 재생e가 배전망에 주로 연계\*됨에 따라 배전망 운영 필요성 대두

\* 재생e 발전설비 중 75%가 배전망에 연계('23.8월 기준)

### 재생e 발전소로 인한 전력계통 영향

- **(전력망 혼잡)** 재생e가 배전망에 산발적 접속되어 발전된 전력을 공급함에 따라 전기 흐름이 과거와 달리 구간별로 실시간으로 바뀌어 망 운영 리스크 증가
- **(과전압 발생)** 재생e 발전소들은 생산된 전력을 배전망에 주입하기 위해 높은 전압으로 송출함에 따라 배전망에 과전압이 발생되어 전기품질 저하



- 향후 재생e 수급관리(예측·관리·제어)는 배전망 중심으로 이루어져야 하나, 배전사업자 역할이 관리에 집중, 송전계통과의 관계도 미정립
- 유관기관별(전력거래소·한전·에너지관리공단) 재생e 모니터링 체계를 구축·운영 중이나, 재생e 발전량을 예측하고 통제하기에는 한계
  - \* ①거래소는 154kV 이상 송전연계, ②한전은 154kV 미만 송전 및 배전연계, ③에공단은 자가용 재생에너지 설비에 대해 모니터링 수행 중, 실시간 관측·예측·원격제어 기능 부재

◆ 전력계통 시스템을 둘러싼 여건이 복잡·급변하는 상황에서, 현재의 방식으로서는 에너지 안보 구현 및 전력의 적기적소 공급에 한계

⇒ 인프라 건설, 구성, 운영 등 전력계통 전반에 대한 대대적 혁신 필요

## 2 대응 방향

### (1) 전력망 적기 확충으로 우리나라 전력계통의 기본 골격 강화

- 생산된 전력을 소비지로 원활하게 공급하기 위한 기간망 구축에 최우선적으로 국가적 역량 집중
  - 지역 내 전력수급 유지를 위한 지역망은 건설 과정 전반에서 지자체 역할 강화를 통해 적기 건설 추진
  - 전력망 건설 주체·방법의 혁신과 함께 사회적 수용성 제고를 위한 절차·보상수준 등 합리화 병행

### (2) 불확실성, 복잡성 등 여건 변화를 고려한 국가 전력망 최적화

- 전력망이 유한한 자원이라는 인식 下 새로운 전력망 질서 수립 필요
  - \* 건설 여건이 어려운 상황에서 무한한 전력망 보강은 실현 불가능
  - 망 여건 중심으로 발전-소비 입지 질서를 정립하여 구조적으로 지속 증가하는 전력망 확충 부담 완화
  - 실수요자 중심 전력망 이용체계 확립, 신기술 도입 등을 통해 기존 전력인프라 활용 극대화

### (3) 전력계통 운영의 고도화를 위한 새로운 제도 정립

- 계통 리스크 확대에 대응할 수 있는 유연한 전력계통 시스템 구축
  - 재생e 확대 등 전원믹스 변화에도 안정적 전력수급을 뒷받침하는 운영체계 정립
  - 모든 망 관련 주체(발전, 송전, 운영, 소비)들의 계통 안정화 책임을 명확화
- 특히 재생e 발전설비, 전력수요와 밀접한 배전망 관리체계 확립

### Ⅲ. 전력계통 혁신 추진전략

<b>비전</b>	<p>무탄소전원 확대(CFE)와 적재적소 전력공급을 뒷받침하는</p> <p><b>전력계통 시스템 구현</b></p>
-----------	--

<b>목표</b>	<p>① 핵심 기간망 건설기간 <b>30% 단축</b></p>	<p>② 송전선로 건설규모 <b>10% 절감 (분산편익)</b></p>	<p>③ 계통 유연성 <b>2배 증가</b></p>
	<p>13년 (기존) → 9.3년 (목표) △3.7년 (약 30% ↓)</p>	<p>'22년: 23% ↑ (수요) '36년: 72% ↑ (발전) 송전선로: 56% ↑ (기존) → 10% ↓ (분산편익)</p>	<p>'23년: 31% (유연성 전원) '36년: 62% (유연성 전원 + 유연성 ESS)</p>

<b>추진 방안</b>	<p>① <b>(건설) 전력망 신속 확충을 위한 패러다임 혁신</b></p>
	가. 국가 기간 전력고속도로 적기 완성
	나. 지자체·주민 참여형 지역망 확충
	다. 新 개념 전력망 건설 모델 도입
	<p>② <b>(계획) 전력망 有限자원 시대에 맞는 새로운 질서 마련</b></p>
	가. 발전·소비시설 분산 촉진
	나. 기존 전력망 설비 활용 극대화
	다. 분산촉진을 고려하는 전력망 계획 수립체계로 전환
	<p>③ <b>(운영) 유연하고 안정적인 전력계통 시스템 구축</b></p>
	가. 한국형 계통 운영체계 정립
나. 예측·대비·복구 강화를 통한 회복력(resilience) 확보	
다. 배전망 변화를 고려한 전력계통 시스템 확장	

## IV. 전력계통 혁신 추진방안

### 1 전력망 신속 확충을 위한 패러다임 혁신

#### (1) 국가 기간 전력고속도로 적기 완성

- ◇ 무탄소전원을 전력소비지에 원활히 전송하는 HVDC 기간망 구현
- ◇ 국가 기간 전력망 건설을 위한 총력 지원체계 구축

#### 1. 횡축-종축 국가 HVDC 기간망 적기 구축

- (방향) 원거리(동해안, 호남)에 위치한 무탄소전원(원전, 재생e)을 전력 소비지에 효율적으로 공급하기 위한 HVDC(초고압 직류) 송전망 구현

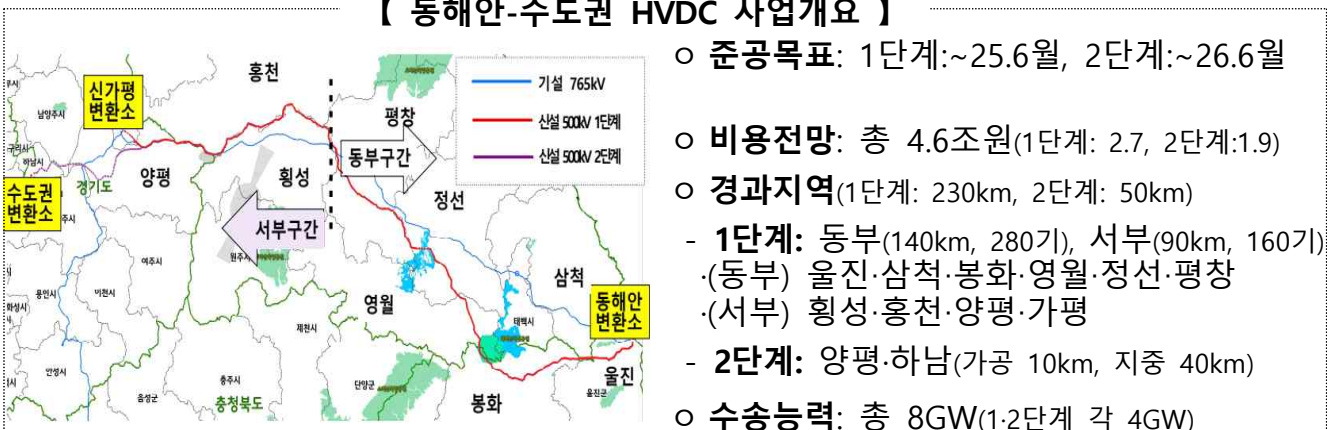
\* 교류(AC)에 비해 장거리 송전 시 효율이 높고 전류 흐름제어, 무효전력 공급 등 계통 안정화에 유리하여 HVDC 활용 확대 추세

#### 1) 동-서 횡단 전력고속도로 (동해안-수도권 HVDC)

- (개요) 동해안 발전력\*을 수도권에 공급하는 동해안-수도권 HVDC 건설

\* 원전 11.5GW, 신재생e 6.6GW, 화력 7.4GW, 양수 1.8GW 등 총 27.3GW('36년 기준)

#### 【 동해안-수도권 HVDC 사업개요 】



- (목적) 계통 안정화, 첨단산업 육성 및 HVDC 경쟁력 강화 기대

① 동해안 지역은 원전·화력(석탄) 등 대규모 발전설비가 밀집한 반면 송전선로는 부족하여 발전제약 발생 → 전력망 확충으로 해소

② 원거리에 위치한 무탄소전원(원전, 신재생e)을 수도권에 공급, 특히 신규 원전(신한울 #3·4호기, 2.8GW) 연계를 위한 필수 송전선로

③ 국내 최장 육상 HVDC로서 실적 확보를 통한 산업 경쟁력 강화

\* ①동부 140km, 서부 90km, 2단계 50km의 초장대 건설역량, ②HVDC를 500kV 초고압 전송  
③산악 건설, 하천 지하 등 모든 難조건을 극복한 성공적 건설역량 입증

□ (추진현황) 전담팀\* 가동, 사업 각 구간별 입지선정, 인·허가 추진 중

\* 동해안-수도권 송전선로 전담팀(산업부, '23.4월~), 범부처 협의체(10개 부처, '23.2월~) 가동 중

○ (1단계) 동부 송전선로 인·허가 완료('23.9월), 변환소 착공('23.11월~), 서부 송전선로 인허가 협의 진행 중

○ (2단계) 송전선로 입지 선정(노선 설계) 및 변환소 인·허가 협의 중  
- 수도권에 진입하는 지중선로 공사를 위하여 규정 사전 정비

\* 한강수계법 법개정 완료('23.7) 및 팔당 특별대책 고시 개정 완료(환경부, '23.6월)

□ (향후계획) 인·허가 조속완료 및 착공, 제도개선 및 자원확보 병행

○ (1단계) 서부 송전선로 연내 환경영향평가(환경부) 및 전원개발사업 실시계획 승인 등 인·허가 신속 완료

○ (2단계) 변환소 부지의 개발제한구역 계획변경 추진 및 가공선로 인허가(환경) 및 지중선로 인허가(도로/하천 점용 등) 신속 추진('24년)

○ (자원관리) 대규모 공사의 동시 진행을 감안하여 송전공, 타워크레인, 헬기 등 필수 자원 수급현황 모니터링 체계 가동(산업부·한전, '23.12월~)

【 동해안-수도권 HVDC 현황 및 계획 】 ■ 추진완료

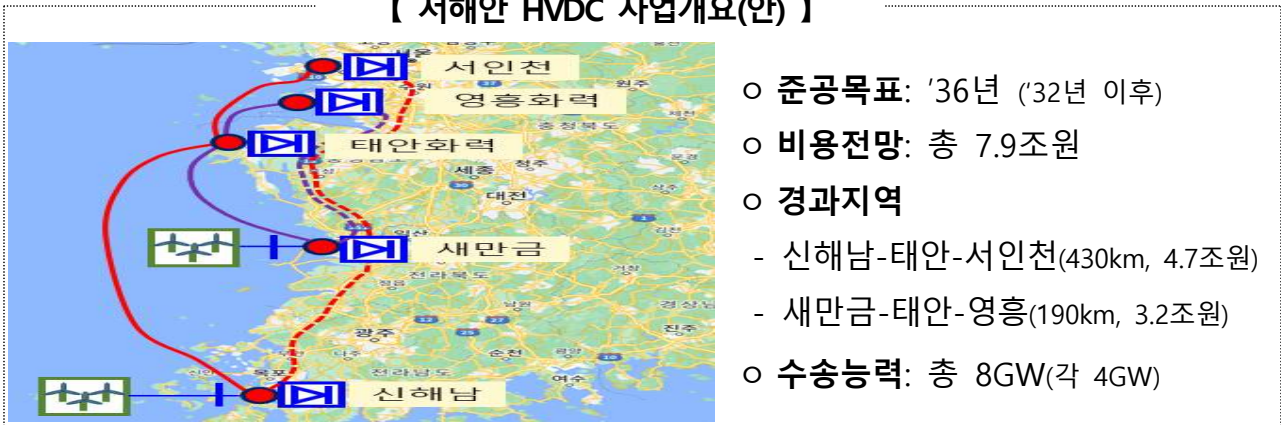
구 분		입지 선정	인·허가		시 공
			진행 중	완료	
1 단계	동부	송전선로	■		'23.6월~
		변환소	■		'24.1Q~
	서부	송전선로	■		'24.1Q~
		변환소	■		'24.1Q~
2 단계	송전선로(주로 지중)		■		'25.1Q~
	변환소		■		'24.3Q~

## 2) 남-북 종단 해저 전력고속도로 (서해안 HVDC)

- (개요) 호남 원전·재생e 발전력\*을 해저를 통해 직접 수도권에 공급하는 서해안 HVDC 본격 착수('36년 준공 목표)

\* '36년 기준 원전 5.9GW(한빛 #1~#6), 신재생e 64GW 전망

### 【 서해안 HVDC 사업개요(안) 】



- (목적) 송전선로 확충을 통한 ①계통 불안정 해소, ②해상그리드 신산업 육성 및 확장, ③첨단산업으로의 무탄소전원 공급 추진

① 호남 지역은 태양광이 급증하여 과잉발전력이 발생하고 있으며, 계통고장시 광역정전 우려 → 전력망 확충으로 과잉발전력 해소

\* 송전선로 고장 → 발전력 인출 불가 → 발전기 출력과잉(전압 불안정) → 광역정전

### 【 호남 지역 전력계통 여건 】

- ① (발전설비 집중) 원전(한빛#1~6호) 5.9GW, 태양광 8.8GW (전국의 42%) 위치
- ② (망부족) 타지역 전력 인출을 위한 송전선로는(345kV급 이상) 2개에 불과(신옥천-세종, 청양-신탄정)

② 전세계적으로 해상케이블 수요 확대 중 → 국내 해저 HVDC 사업 추진을 통해 해상그리드 신산업 육성 기반 구축

- 국내 청정에너지(해상풍력) 보급 확대 및 계통 안정화, 지리적 여건(계통섬) 극복을 위한 국가간 전력망 연결 등으로 확장 가능

③ 호남은 원전, 재생e 등이 풍부한 지역 → 해저\*를 통한 융통선로를 통해 반도체 등 수도권 첨단전략산업단지에 무탄소전원 적기 공급

\* 육상 가공선로를 통한 전력망 추가건설은 낮은 수용성, 높은 설비밀집도 등으로 한계

- **(추진방안)** 서해안 HVDC 송전선로는 산업 육성, 건설 속도 등을 고려하여 건설방식 다양화, 기술개발 등 새로운 방식 도입 검토·추진
  - 신속한 사업추진을 위해 공정을 세분화하고 일부 공정 완료와 동시에 후 공정 이행

**【 서해안 HVDC 로드맵(안) 】**

경과지 선정 ('23~'24)	제도 정비 ('23~'26)	인·허가 이행 ('27~'28)	시 공('29~'36)
사업방식 확정 ('23~'24)			
기술 개발('23~'31)			
추진 체계 : 서해안 HVDC 추진 TF (산업부·한전 + WG별 민간전문가, 업계, 관계부처 등)			

- ① **(경과지)** 계통안정화 효과, 경제성, 시공가능성 등을 고려한 최적 입지 선정
  - (쟁점) 서해안 지역은 군 훈련지역, 환경보호구역, 선박항로, 해상 풍력단지 등 다수의 제한지역 산재
  - (계획) 송전선로 시·종착점 확정('23.12월), 경과지(안) 마련\*('24.上), 관계부처(해수부, 국방부 등) 협의\*\*('24.下~)

\* 해양조사 및 입지선정 착수('24.1월~)

\*\* 인·허가 소요시간 단축을 위해 경과지 선정단계부터 관계부처 협의 추진
- ② **(사업방식)** 건설 속도를 고려한 송전사업자-민간 건설 협력 분야 확대
  - \* 전력망의 공공성을 감안하여 송전시장 미개방 원칙 유지
- ③ **(제도정비)** 장거리 해저 송전선로 최초 추진에 필요한 제도개선 추진
  - \* 해저시설물 위치, 점용 및 관리주체 명확화(지방자치법 개정 또는 행안부 협의 사항)
- ④ **(기술개발)** 해상그리드 산업 육성을 위한 핵심 기술 국산화 추진
  - \* (현수준) 해저케이블은 국산 500kV XLPE케이블 세계 최초 상용화로 기술확보 가능('25.6월), 변환기술은 200MW급(컨버터,제어기) 보유, GW급(500kV이상) 기술은 유럽과 격차
  - (쟁점) 변환기술 국산화(대용량) 및 추가 확보\*(DC 차단기, 변환용변압기)
  - \* DC 차단기와 변환용변압기는 일부 해외선진사 독점 기술로 기술장벽이 매우 높음
  - (계획) 민간과 공공(정부, 한전)이 역할을 분담하여 기술을 확보('24.上)
  - \* 대용량 변환기술 : 개발 2년 필요(제작사 의견), DC차단기·변환용변압기 : 개발 4~5년 전망

## 2. 「국가기간 전력망 확충 특별법」 제정을 통한 적기건설 기반 확충

- (배경) 전력계통을 둘러싼 여건 변화로 국내 유일 송전 사업자인 한전이 적기 전력망 구축에 어려움을 겪고 있는 상황
    - 전력망 기피 심화에 따른 지자체 비협조 및 지자체 간 이해충돌 발생
  - (목적) 국가·경제 안보 및 첨단산업 경쟁력 확보와 직결된 핵심 전력망에 대해서는 적기확충을 위한 국가 차원의 지원체계 도입
  - (대상) 무탄소 전원연계, 첨단산업 전력공급 대용량·장거리 전력설비
    - 국가전력망확충위원회(가칭)가 ①345kV 이상의 ②무탄소전원(원전, 신재생) 연계 및 ③국가첨단전략산업 공급 송·변전설비 중에서 선정

\* 10차 장기송변전설비계획 기준 약 29개 (약 1,230개 사업 대비 2.4%)
  - (지원내용) 국가 차원의 지원체계 도입, 인허가 특례 및 수용성 강화
    - (거버넌스) 전력망 추진에 대한 국가·지자체의 책무 및 협력강화 - 범부처 전력망위원회를 신설하여 입지, 갈등조정 등 주요결정 추진
    - (인허가) 의제 사항 확대\*, 재해·환경 등에 인허가 특례 확대 적용

\* 기존 전축법 15개(도로법, 하천법, 국제법 등)+신규 17개(백두대간보호법, 해사안전법 등)
  - (보상) 기존 송주법 대비 지원 확대 등 수요자 맞춤형 혜택\* 지원
    - \* ①토지주 조기합의 장려금(감정가+ $\alpha$ ), 보상선택제(일시 또는 분할)
    - ②주민 기존 송주법 보상·지원+ $\alpha$ (단가상향 등), 주민 주도형 재생e 발전사업 지원제도
  - (공동개발) 국토의 효율적 활용을 위해 선형 SOC사업(전력·철도·도로) 공동개발을 위한 관계부처 협력 추진
- (기대효과) 건설기간 단축(약 3~4년)으로 전력망 확충 예측가능성 확보



## (2) 지자체·주민 참여형 지역망 확충체계 도입

- ◇ 지방자치제도 정착, 분산전원 확대 등 전력망 관련 사회·제도, 기술적 환경 변화에 따라 지역망 건설절차에 지자체의 참여, 책임 체계 재정립
- ◇ 보상·행정 절차 개선 및 안전·환경 기준 강화 등 국민 눈높이에 맞게 전력망 건설 지원체계 개선

### 1. 154kV급 망 보강 순 과정 재설계

- (방향) 154kV급 이하 지역내 전력망 확충시 계획단계부터 지자체 참여 보장 및 책임성 강화로 주민수용성 제고
  - ① (참여강화) 한전이 장기 송·변전설비 계획 수립시 초안 마련 후 지자체와 협의(경과지, 지중화 비율·재원 등 사전 조율) 절차 마련
    - 차기 송변전계획(11차)부터 첨단산업 전력공급 등 일부 154kV 송·변전설비 대상 시범 적용
  - ② (책임강화) 전력망 경과지 입지선정위원회 역할 확대, 경과지 주민 설득, 합리적인 인허가 업무 등으로 과도한 추가 요구 최소화

#### [참고] 주민참여 시점에 따른 영향 : 계획 단계 vs 입지선정 단계

- 주민이 계획 초기 단계부터 참여하는 방식은 사업 초기 주민들의 낮은 관심도에도 불구하고, 주민 수용성 확보에 핵심요소로 평가(독일 환경연구소)

구분	계획 단계	입지선정 단계
장점	초기 단계부터 주민의견을 반영하여 후속 단계 수용이 상대적 용이	주민의 관심도 및 참여도 높음
단점	주민의 관심도 및 참여도 낮음 (의견제시 제한적)	초기 단계에서 결정된 사항에 대해 주민의견을 반영하기 곤란

### 2. 주민 수용성 제고를 위한 제도 혁신

#### 1) 보상제도 개선 및 절차적 정당성 강화

- (보상) 「송·변전설비 주변지역 보상 및 지원에 관한 법률」 제정('14년) 후 정채된 지원사업 단가 현실화 및 5년 주기 단가 재조정 검토

○ 송주법 지원사업의 단가는 물가상승률을 반영하고, 지원사업 소요 재원의 안정적 확보 방안 마련

○ 송주법 지원대상을 154kV급 송·변전설비로 확대, 재원은 지자체 매칭을 통해 마련하는 방안 검토

\* 154kV급으로 지원 확대시 연간 1,000~1,200억원 추가 소요 전망

\*\* 재정자립도 등을 고려한 합리적 자원분담방안 마련을 위한 연구용역 추진

□ (절차) 「전원개발촉진법 시행령」 개정안에 투명하고 공정한 입지선정 위원회 절차 반영 (’23.6월, 전촉법개정안 국회 통과)

\* 한전 내규로 진행중인 입지선정위원회는 투명성 및 대표성 논란으로 절차 장기화  
→ 지자체의 장이 추천한 주민대표를 포함하여 입지선정위원회 구성

○ 정보공개 대상 확대\* 및 공개 플랫폼 운영으로 절차적 투명성 제고

\* (검토안) 기존가공 송변전, 총 9개 항목 → 확대가공 송변전+지중화, 총 33개 항목

## 2) 안전·환경 분야 국민 눈높이를 고려한 제도개선

□ (지중화) 지중화의 제도적 기반 정립을 통한 투명성·주민수용성 제고

○ (현황) 전력망 건설이 확대됨에 따라 지중화 수요가 증가하고 있으나 관련 법적 근거 미비\*로 안정적인 지중화 추진 어려움

\* 한전 내규에 따라 평가항목(인구건폐율학교 등)을 고려하여 대상지 선정하고 한전이 전액 부담

\*\* 해외의 경우 기금·망 사용료·지자체·전력사 등 재원을 다각화하여 사업비 분담

○ (방안) 선정 기준, 절차 등 법제화\*를 통한 체계적이고 투명한 지중화 추진, 자원 다각화를 통해 지중화 대상 확대 기반 마련

\* 관련 법률(전기사업법, 전원개발촉진법) 연계성 검토 후 신규 법률 제정 또는 기존 법률 개정 추진

□ (전자파) 국민 눈높이에 맞는 예방적(precautionary) 전자파 정책 전환 검토

\* (현황) 국내 전자파 기준(83.3  $\mu\text{T}$ )은 WHO 권고(200  $\mu\text{T}$ ) 대비 엄격하나 관련 논란 지속 중

○ (방안) 신규 설비 대상, ●전자파 관심시설(어린이집, 유치원, 학교 등)을 설정, ●전자파 기준 수치 또는 이격거리를 현행 기준보다 엄격하게 관리

\* 관련 기준 도입 여부 및 세부 절차 마련을 위한 연구용역 추진

### (3) 新 개념 전력망 건설 모델 도입

- ◇ 국토의 효율적 이용 및 건설속도 제고를 위해 타 SOC와 전력망 건설 병행
- ◇ 민간의 창의를 활용한 수요자 맞춤형 전력망 건설 검토·추진

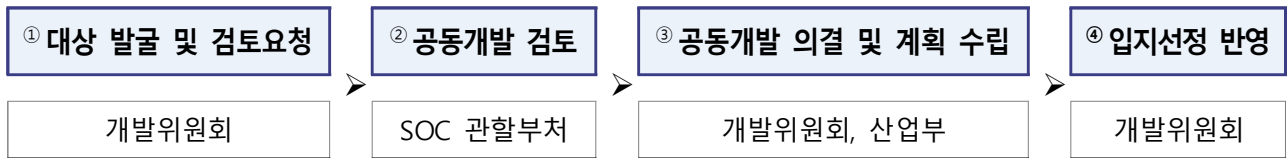
#### 1. 국가 SOC 공동건설 (도로·철도·전력망)

□ (배경) 전력망과 도로·철도 등 국토계획과의 공동건설 추진

- 국토·재원의 효율적 활용, 주민수용성 문제의 근본적인 해결책 모색으로 공공갈등 최소화, 적기준공 등 공공이익 창출 목적

□ (방법) 전력망 설비계획(2년단위, 15년 주기) 수립시 철도·도로 중장기 계획(5년단위, 10년주기)과 공동건설방안 사전 검토

##### 【 국가 SOC사업 공동건설 추진절차(안) 】



\* SOC 관할 부처(공공기관)는 정당한 사유가 없는 한 개발위원회 요청에 적극 협조

□ (계획) 송·변전설비와 도로·철도 공동건설 先검토 제도화('24.下)

\* 「국가기간 전력망 확충 특별법」에 반영하여 시행근거 마련

- 제도화 前에도 시범사업 추진과 함께 既 수립된 철도·도로계획\*과 경과지를 공유하는 송·변전설비 계획 수립 검토(제11차 장기송변전 '24.下)

\* 제4차 국가철도망 구축계획('21~'30), 제2차 국가도로망종합계획('21~'30)

##### 【 SOC 공동건설 시범사업 추진현황('22년~) 】

- (철 도) 경기 인덕원-동탄선 복선전철 신설 & 수도권(수원) 변전소 신설(~'28년) 국가철도공단
- (도 로) 경남 함안 군북-가야 국도 신설 & 군북-가야 송전선로 신설(~'27년) 부산지방국토관리청

## 2. 속도 제고를 위한 송전사업자의 건설방식 다양화

□ (배경) 전력망 건설 장기 지연 리스크 극복이 국가적 과제로 대두, 전력망 건설 속도 제고 위한 창의적 해법 모색 필요

- 전력망(공용망) 보강 계획이 없는 경우, 일부 발전사업자는 송·변전 설비 직접 건설 및 한전에 소유권 이전 의사 표명

□ (내용) 송전시장 미개방 원칙 下에 전력망 건설방식 다양화

### ① 송전사업자-민간 건설 부문 협력 확대

- (내용) 설계·시공 부문만 계약하는 現방식에서 설계·시공과 함께 용지확보와 인허가까지 포괄하는 턴키 계약방식 도입 검토

- 건설 이후 송전사업자에 설비를 귀속시키고, 운영도 송전사업자가 수행
- 타당성·경제성, 추진 방식, 해외사례 및 리스크 관리 등 연구 추진

- (제도기반) 건설 분야·일부사업에 限해 송전사업자-민간 협력을 확대, 소유권·운영권은 송전사업자에게 귀속시키는 별도 제도기반\* 마련 추진

\* 민간이 도로 등에 투자, 건설한 후 운영권까지 갖는 「민간투자법」과 차별화 필요

- (적용대상) 해저 HVDC 新사업 활성화 효과가 기대되는 서해안 해저 HVDC 송전선로 시범 추진 검토(10차 장기송변전계획 제시)

### ② 수요자(발전사업자)가 필요한 전력망(공용망)을 우선 건설하는 모델 도입

- (내용) 전력망 연계가 시급한 발전사업자가 송·변전설비 건설 후 소유권을 이전하여, 송전사업자(한전)가 설비를 보유 및 관리

\* (예시) 발전사업자 요청 시, 계통접속 용량 확보를 위한 전력망 보강을 사업자의 비용 부담으로 추진 → 건설 후 한전에 소유권 이전

- 발전사업자 요청 기반 상호 협약을 통한 공용망 보강 협업 추진

\* 계통 보강계획이 없는 공용망(공문요청시점 기준)을 사업대상으로 한정

- (계획) 송·배전용 전기설비 이용규정 개정(24.上), 시범사업 발굴·추진

## 2 전력망 有限자원 시대에 맞는 새로운 질서 마련

### (1) 발전·소비 시설 분산 촉진

- ◇ 지역별 계통 여건을 고려한 발전-소비시설 입지 유도
- ◇ 지역 계통 문제해결을 위한 중앙-지방 에너지 거버넌스 본격 가동

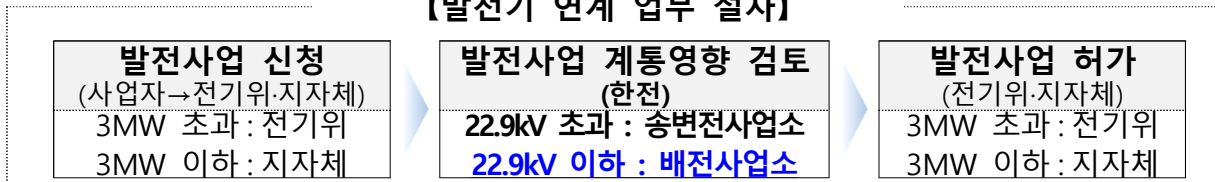
#### 1. 계통포화 대응을 위한 발전허가 속도조절

□ (배경) 계통여건을 고려하지 않은 소규모 재생e 허가급증으로 특정 지역은 수용 한계 발생, 계통 불안정성이 심화

○ 배전망으로 접속 신청\*되는 소규모 재생e는 송전망 계통포화도에 대한 검토 없이 발전허가가 진행, 계통관리 사각지대 발생

\* 재생e는 약 76%가 배전선로에 연계되어 상업운전 중(총 32GW중 24.3GW)이며, 배전선로 연계 재생e 중 3MW이하가 96%로 대부분 지자체가 허가주체

#### 【발전기 연계 업무 절차】



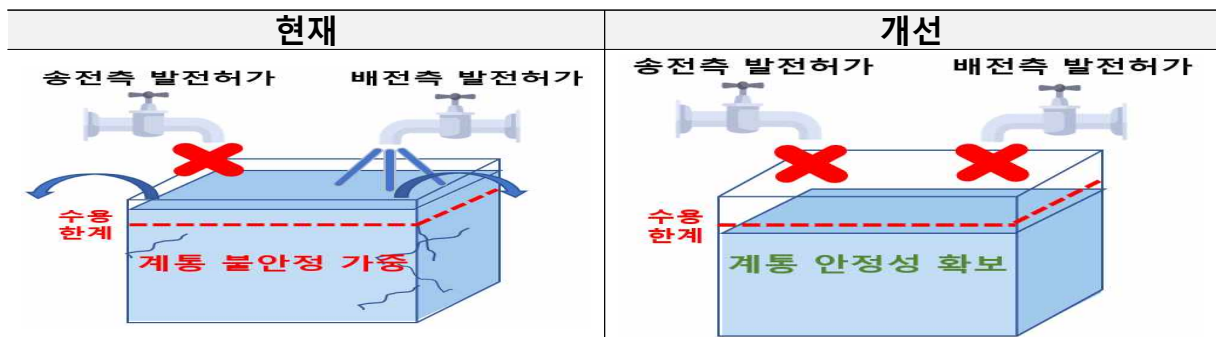
□ (내용) 계통포화 변전소(154kV 이상)에 연계되는 송·배전망에 접속 신청하는 모든 신규 발전사업 신청에 대한 사업허가를 제한

○ (근거) 전기사업법 제7조 (전기사업의 허가) ⑤ 전기사업의 허가기준

\* 4의2. 발전소나 발전연료가 특정지역에 편중되어 전력계통의 운영에 지장을 주지 아니할 것

○ (절차) 계통포화변전소 검토(한전)· 확정(전기위, '23.12월) → 공지(전기위) → 한전·거래소·지자체) → 사전예고(한전·거래소 홈페이지) 및 시행

#### 【 계통포화 변전소 발전사업허가 변경(안) 】



## 2. 「계통특별관리지역」 지정 및 지역 맞춤형 계통 대책 마련

□ (배경) 발전사업 허가 제한, 출력제어 등 계통혼잡 문제가 집중 발생하는 지역에 대해 맞춤형 대책 마련 필요성 대두

- 현재는 발전허가 계통검토는 한전의 내부 검토를 거쳐 허가可否만 제시하고 있어 투자 불확실성 증대, 해결방안은 부재
- 계통포화 지역에 신규 설비가 진입할 경우 지역 전체의 출력제어 발생가능성이 커지므로 발전 설비 간 이해상충 발생 우려
- 지자체의 지역 계통현안에 대한 책임과 역할 강화 필요

\* 지자체는 발전사업(3MW 이하 신재생e) 및 전력망 건설 관련 인·허가권을 보유, 투자유치 등 전력 수요를 창출

□ (내용) 지자체와 협력하여 지역 맞춤형 계통혼잡 해소 대책 마련

### ① 「계통특별관리지역」 지정 및 지역 맞춤형 대책 마련

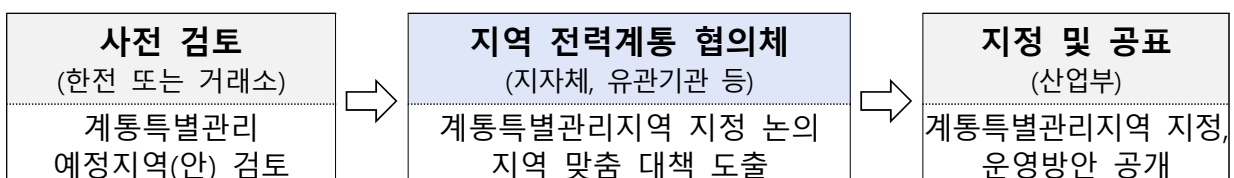
- 포화 변전소 밀집, 출력제어 상시 발생 등 계통현안 발생 지역을 「계통특별관리지역」으로 지정, 맞춤형 계통혼잡 해소 대책을 마련
- 특별법을 활용한 주요 송전선로 신속 확충, 유연한 허가·접속 적용(ESS구비, 출력제어 조건부 등), 수요유치 등 적극 추진

### ② 중앙-지방-유관기관 에너지 거버넌스 가동

- 계통특별관리지역, 재생e 계획입지 등 지역 계통현안 상호협력을 위한 중앙정부-광역지자체-유관기관 간 협의체\* 구축·운영('24.1월~)

\* 참여범위 : 정부, 지자체, 유관기관(한전, 전력거래소), 원별 협회(태양광, 풍력 등) 등

【 계통특별관리지역 및 지역 맞춤 대책 추진 방안 】

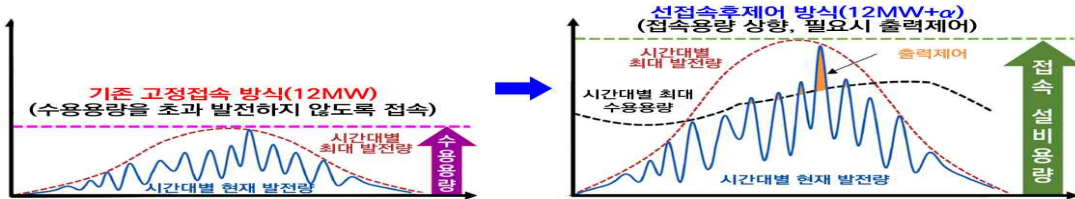


### 3. 유연한 발전허가 접속

- (배경) 계통포화정도는 계절별·시간대별로 상이\*하여 유연한 접속 조건부 발전허가를 통해 전력망의 효율적 활용 가능

\* 봄·가을철 주간시간대에 태양광 이용률이 높고 전력수요가 낮아 계통포화정도가 심함

【 발전·수요 패턴을 활용한 유연한 접속 개념도 】



- (방안) 계통특별관리지역의 계통여건을 반영한 맞춤형 허가 추진

- 계통포화정도(과부하 등)에 따라 발전사업 허가기준을 유연하게 적용

【 과부하율에 따른 지역 구분 및 발전사업 허가 여부(안) 】

구분		송전선로 과부하율	발전사업 허가	계통연계
계통특별관리지역	A	150% 초과		불허
	B	100% ~ 150%	조건부 허가	ESS, 제어조건부, 수요 연계형 등
일반 지역	C	100% 이하		허가

\* 과부하 외 전압 불안정, 수급불균형 등에 따른 계통특별관리지역은 사업자가 직접 계통 불안정성을 해소하는 경우에만 발전사업 허가

- 시간대별 발전량 패턴을 반영한 유연한 계통연계 방법 마련
  - (ESS 연계) 발전량이 많은 시간대에 ESS를 충전, 그 외 시간에 방전
  - (제어 조건부) 발전량이 많은 시간대에 계통연계 차단, 그 외 시간에 발전

### 4. 계통여건을 고려하는 발전-소비 입지 제도

#### 1) 재생e 계획입지 제도 도입

- (배경) 재생e의 특정지역 집중현상 심화로 망 보장수요 급증, 계통 불안정 등 계통 인프라 확충·운영 전반에 부담을 가중

- 전력계통 관점에서 재생e가 효율적으로 입지할 수 있도록 국가 차원의 재생e 보급제도 설계 필요

\* 지자체 주도 '재생e 집적화단지' 시행 중이나('20.11월~), 상향식 방식으로 망 여건 고려에 한계

\* 풍력 계획입지를 추진하는 「풍력발전 보급촉진 특별법안」 국회 장기간 계류 중('21.5월~)

- (내용) ① 재생e 잠재량 ② 주민 수용성 ③ 계통인프라 등 여건에 따라 재생e를 계획적으로 보급하는 하향식(Top-Down 방식) '재생e 계획입지' 추진

**【 태양광 재생e 개별입지와 계획입지 비교 】**

개별입지	先 입지선정, 後 계통인프라 보강	비효율적 인프라 확장, 재생e 접기접속 불가
계획입지	先 계통인프라 보강, 後 입지선정	발전사업 불확실성 완화, 망 운영 효율성 제고

- 계통여유가 있는 지역을 중심으로 재생e 입지를 유도하는 계획입지 시범사업 추진방안 마련('24.上) 및 시범사업 추진('24.下)

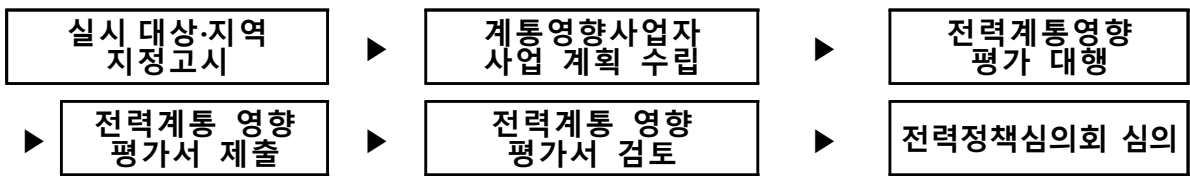
**2) 소비시설 대상 「전력계통 영향평가」 실시**

- (배경) 데이터센터 등 대규모 전력소비시설이 발전력이 부족한 수도권에 집중되어 전력망 추가보강 부담으로 작용
- (내용) 대규모 전력소비시설의 입지가 계통에 미치는 영향을 평가하여 사업 인·허가 여부를 결정하는 제도 시행('24.6월~)
- \* 대상, 항목, 절차, 사업자 의무 등 세부 기준 구체화(분산특별법 하위규정 제정, ~'24.6월)

**【 전력계통 영향평가제도(안) 】**

- (평가대상) 계약전력 10MW 이상 사업자 (단, 국가첨단전략산업, 재난·안전관리 필수 시설 등 제외)
- (평가항목) 전력계통 신뢰도, 지역 수급여건, 경제적 파급효과 등
- (사업자 이행의무) 계약전력 조정, 자가용 발전·계통안정화 설비 설치, 입지 변경 등

**< 전력계통 영향평가제도 절차 >**



**3) 전력계통 통합 정보시스템 구축**

- 계통여건을 고려한 발전-소비의 최적 입지 유도를 위해 전력망 정보 통합 및 고도화 추진 → 대국민 눈높이에 맞춘 서비스 제공('24.下)
- 분산된 정보를 한곳에서 확인할 수 있도록 메뉴 통합 우선 추진, 중장기적으로 축적된 정보간 연계를 통한 공개정보 고도화 시행

**【 정보 통합(안) 】**

<b>기 존</b>	→	<b>개선 (통합 정보 제공)</b>
· 신재생e 접속, 공급 여유정보 제공		· 제도 정보 (계통특별관리지역, 재생에너지 계획입지 등) · 입지 정보 (전력망 건설정보, 신재생e, 공급 여유정보) · 신청 정보 (이용신청, 전력계통 영향 평가)



## (2) 기존 전력망 설비 활용 극대화

- ◇ 망 이용 극대화를 위한 실제 수요자 중심의 전력망 이용체계 확립
- ◇ 전력망 용량 추가 확보를 위한 신기술 적용 병행

### 1. 망 이용 관리체계 강화

#### □ (발전) 전력망 알박기 개선을 위한 발전사업자 관리 강화

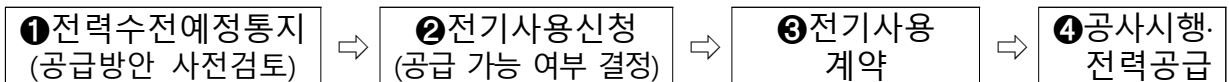
##### 【 발전소 계통연계 절차 】



- ① 망 이용계약 체결 후 사업 未 개시 허용기간 축소\* (2년→1년, '23.下)  
\* 사업자는 개발행위허가, 공사계획인가, 감리원 배치 등 사업추진 실적 증빙 필요
- ② 발전사업허가신청 또는 망 이용계약 신청 단계에서 보증금 납부, 상업운전 시 반환받는 보증금 예치제도\* 도입 검토('24년~)  
\* 해외 보증금 사례(MW당) : 영국 1,600만원, 독일 3,000만원, 스페인 5,200만원, 일본 5,000만원
- ③ 허가받은 용량보다 많은 전력망을 사용하는 사업자 관리 강화('24년~)  
\* (현행) 발전설비용량 10% 초과 변경시 발전사업 변경허가신청, 10% 이하는 규정 부재  
→ (개정) 10% 미만 용량 변경에 대해서도 발전사업 변경허가신청 의무화 검토

#### □ (수요) 전기공급 단계별 요건을 강화하여 허수 사용자 선별

##### 【 한전 전기공급 절차 】



- ① 무분별한 통지 방지를 위한 토지 소유주 동의 요구, 동일 장소 중복신청 제한 등 요건 강화(전기사업법 시행령 개정, '24년~)
- ② 전기사용신청 후 전기 공급계약 체결이 가능한 기간을 설정하고(1년), 기한 도과시 전기사용신청 취소(한전 약관 개정, '23.7월 완료)
- ③ 전기공급 계약 체결 이후 사업자 귀책 사유로 전기 수급을 지연 (6개월 이상) 하는 경우도 전기공급 계약 취소(한전 약관 개정, '23.7월 완료)

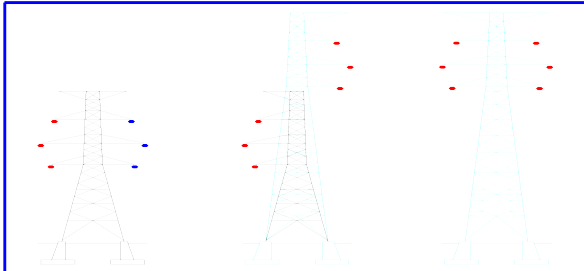
## 2. 전력망 업그레이드 신기술 적용

### □ (선종교체) 기설 선로 용량을 증대하는 인클로징 공법\* 추진 확대(24.下~)

\* 기설 철탑 외측에 신규 철탑을 건설한 후, 기설 철탑을 철거하는 방식으로 기존 철탑의 이설 경과지 변경 없이 높이를 상향하는 공법 → 전력선 교체를 통해 송전용량 증대

\* 345kV 신남원-신옥천(1회선 2GW → 3GW) 등 7개 선로 반영(제10차 장기 송변전설비계획, '23.5월)

#### 【 인클로징 공법 】

주요 특징	개념도
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임시선로 구성없이 편측 1회선씩 휴전만으로 가능               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 임시선로 구성 불요로 타 공법대비 경제성 우수</li> </ul> </li> <li>• 경과지 변경 없이 지지물만 교체하므로 민원 감소               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기설 경과지 변경이 곤란한 개소에 적용가능</li> </ul> </li> </ul>	

### □ (선로용량 확대) 기설 전력망 용량을 확대하는 신기술 개발·적용

○ DLR(Dynamic Line Rating : 실시간 동적 허용용량)을 적용하여 실시간 허용온도를 추정하고 가용 송전용량을 증대하는 기법 개발(전력연구원, ~27년)

\* (현행) 최악의 조건(온도 40°C)을 기반으로 한 정격 전류 이내에서만 운전  
 (개선) 실시간 온도 등에 기반하여 실제 허용전류 산출·운전

#### 【 DLR 적용을 통한 가용 송전용량 증대 】



○ 재생e 연계 계통용량 확대를 위해 교류(AC) 배전망에 직류(DC)를 접목한 하이브리드 배전망 기술 개발\*(에기평 등, ~28년)

\* 차세대 AC/DC Hybrid 배전 네트워크 기술개발 사업('22~'28, 2,665억원(국비 1,905억원))

○ 배전선로 단위당 재생e 수용력 확대를 위해 연간 발전·수요량, 망 허용용량 등을 포함한 AI 빅데이터 예측 기반 시스템 구현\*(12MW → 14MW, '23년)

\* 배전선로 수용력 해석 연구과제 완료(전력연구원 '22.12월) → 배전망 운영 시스템 적용 중

### (3) 분산축진을 고려하는 전력망 계획 수립체계로 전환

□ (배경) 現 전력망 계획은 전기본 상 전국단위 수요·발전설비 총량下에 지역별 수요·발전설비 증가 추세를 예측·반영하여 수립\*

\* 지역별 수요·발전설비는 전기사용발전허가 신청 산업단지 계획 등 고려하여 예측(전기본 미반영)

○ 이에 따라 기존 수도권 중심 소비, 비수도권 중심 발전 추세가 전력망 계획에 반영되어 원거리 송전선로 보강 수요 급증

\* 345kV 이상 송·변전설비 투자비 : (9차) 15.2조원 → (10차) 35.4조원

○ 그러나 건설 여건, 전력망 밀집도 등 고려 시 전력망 지속 보강은 한계 有

\* 송전선로 건설 최소화를 위한 「분산e 활성화 특별법」 제정('23.6월)·시행('24.6월)

□ (방안) 수급 불균형 개선(분산 축진)을 고려한 전력망 계획 체제로 전환(중장기)

\* 현재 전기본에 분산e 보급목표를 제시하고 있으나 송·변전설비계획과 미연계

○ (사전연구) 지역별 발전설비 및 수요 중장기 전망 기법 마련('24년~)

○ (계획반영) 전력설비 관련 계획에 발전·수요의 입지에 대한 고려를 강화, 지역별 수급불균형 완화를 위한 분산e 추진 목표 반영

- (전력수급기본계획) 지역별 분산 목표 반영, 발전·수요 연계방안 고도화  
→ 전국 총량 外 지역단위 발전설비 및 전력수요 명시

- (장기송변전계획) 분산e 목표가 반영된 전기본에 기반하여 최적화된 전력망 보강 계획 수립 → 전력망 확충 수요 감축

#### 【 분산e 목표 반영 전력망 계획 수립체계(안) 】

구 분	전력수급기본계획		장기송변설비계획	기대효과
기 준	[전국] 수급전망 (총량만 제시)		설비계획 수립 (전력망 보강 100%)	발전·소비 입지 및 분산 미고려
개 선	[전국·지역별] 수급전망	↔ ↑ [지역별] 수요·공급 목표 산출	↔ 설비계획 수립 (분산+전력망 보강)	↔ 분산편의 발생, 망 보강 최적화
분산 목표 반영				

### 3 유연하고 안정적인 전력계통 시스템 구축

#### (1) 한국형 계통 운영체제 정립

◇ 급변하는 계통 여건에 대응할 수 있는 전력 시스템 구축

#### 1. 계통운영 전망 고도화

##### 1) 공급과잉 대응체제 구축

- (배경) 전력수급 불균형 및 계통 불안정 해소를 위해 전력부족 해소에 준하는 전력공급 과잉 해소방안을 마련하고 이를 제도화
- (방안) ①경부하기(춘·추계) 대책 수립 정례화, ②하향예비력 체제 도입 및 ③출력제어 운영 기준을 명확화하는 제도개선 추진

① (경부하기) 계통여건을 선제적으로 진단하고 운영방안을 마련하는 '봄·가을철 계통운영방안' 주기적 수립 제도화(신뢰도 고시 개정, '24.上)

\* '23년 봄철 최초로 육지 태양광 제어 중심의 계통안정화 특별대책 수립, '23년 가을철 대책부터는 전국 단위, 비중앙발전 전체 대상 대책 수립 (수립 의무 無)

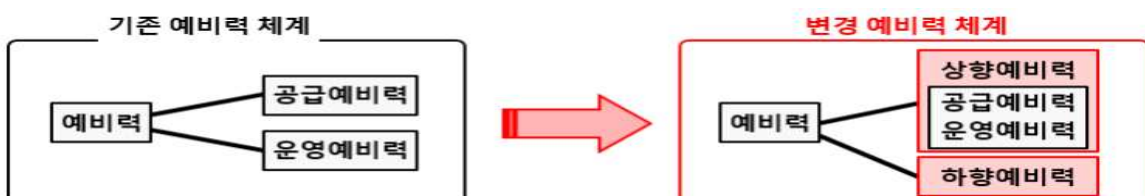
【 '23년 가을철 대책의 선제적 안정화 조치 주요내용 】

- ◆ 원전 계획예방정비 일정 조정(한빛#2, 한울#6) ◆ SPS(고장파급방지 장치) 신설(~'23.7월 7개소)
- ◆ 인버터 성능개선 사업('23.1월~, 3.3GW), ◆ Fast-DR 추가확보('23.6월, 122MW) 등

② (예비력 개편) 전력수급 유지를 위해 전력공급 과잉에 대비하는 '하향예비력\*' 개념 도입(신뢰도 고시 개정, '23.下)

\* 전력수급 균형을 위해 발전력을 감축하거나 수요를 증대할 수 있는 능력

【 예비력 체제 변경(안) 】



- 피크수요 관련 제도에 준하도록 하향예비력 확보단계별 조치사항 고도화·체계화, 위기관리 매뉴얼 반영 등 추진('24년)

\* 재난 및 안전관리기본법을 근거로 전력분야 위기 표준 매뉴얼을 마련·운영 중 ('04.9월~)이며 전력공급 부족, 재난에 의한 전력계통 정전에 대해 매뉴얼 적용 중

③ (출력제어) 대상, 순서, 규모, 절차 등을 매뉴얼화\*하고, 신재생e 발전사업자의 제어 이행 의무\*\*를 명확히 제시(전기사업법 개정, '24년~)

\* 전력시장운영규칙에 반영 또는 거래소 내부 매뉴얼 신설

\*\* 현재 신재생e 발전사업자의 출력제어 이행 의무는 신뢰도 고시에 규정

#### 【 출력제어 매뉴얼 주요내용 】

- 출력제어 사유(송전제약, 공급과잉 등) 별 대상, 제어방식(급전지시, 원격차단 등), 제어순서(발전원, 용량 고려) 등 출력제어 기준 정립
- 기상예보, 수급상황 등을 고려한 사전고지 절차 규정
- 계통 안정화 대책 수립, 매뉴얼 관련 발전사업자 의견 수렴 절차 마련

## 2) 「중장기 계통운영 전망」 신규 도입

□ (배경) 운영 여건의 전망을 통한 중기 계통 리스크(취약성) 선제적 대응과 장기 설비계획의 이행력 확보 필요

○ 중장기 계통운영에 대한 선제적 평가 및 전망과 함께 계통운영 이슈\* 정보를 계통참여자와 공유하여 시장 신호 제공 및 이해도 향상

\* 경부하기 비급전자원의 출력제어, 동해안 계통제약 확대, 제주 출력제어 확대 등

□ (실적분석) 운영방안, 출력제어 등 사후 실적분석을 통해 개선사항 도출

□ (방안) 전기본(설비계획)에 따른 계통운영 이슈를 선제적으로 분석·발굴, 해소방안을 제시하는 「중장기 계통운영 전망」 도입('24년~)

○ (내용) 전국단위 거시적 전망(15년), 지역단위 미시적 전망(5년 이내)과 함께 연도별·지역별 계통제약, 전기품질 등 검토 및 대책 제시

- 국내 계통여건 맞춤형 평가지표\* 개발·활용 추진

\* 독립 계통(계통섬), 재생e 지역적 편중(호남,영남), 높은 기저전원(원전, 석탄)의 특성을 반영한 주파수, 전압 등 고도화된 신뢰도 기준(관성, 강건성 등)

- FACTS, 조상설비 등 전력설비 자원보강 대책을 선제적으로 마련하고, 설비 활용 2~3년 前 운영방안 사전검토

\* 경부하기 과전압 문제가 지속적으로 발생하고 있으나, 적기 조상설비 확보·운영 어려움

**【 중장기 계통운영 전망(안) 】**

전망요소	전망내용	비고
계통제약	수도권용통, 동·서해안, 충청지역 등 발·송전제약	신뢰도 기반 검토·전망 및 해소방안 제시
전기품질	관성, 강건성, 공진 등 주파수 및 전압 전기품질	
안정화 자원	ESS, STATCOM, 동기조상기 등 자원확보 필요량	
수급균형	전국 권역별 발전과 수요 비중, 재생E 변동량 등	
현안 이슈	호남지역, 제주지역 재생E 출력제어 변화추이	

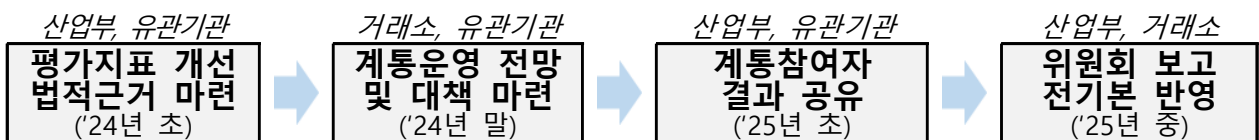
○ (제도화) 이행력 확보를 위해 신뢰도 고시에 추진 근거 마련('24년~)

- 단기 계통운영방안(1년)과 연계하여 중기 5년 이내 안정적 계통운영을 위한 준비사항을 사전 발굴하고, 이해관계자간 협의채널\* 조기 운영

\* 예) '16년 서해안 계통제약 문제 해결을 위한 관계자 협의회 운영에 2년 소요

- 발전·송전사업자 등 다양한 계통참여자와 전망 결과를 공유하고, 정당성 확보를 위해 전기위원회 사전 보고 추진

**【 중장기 계통운영 전망 절차/활용(안) 】**



\* 중장기 운영전망은 전기본 등 국가 에너지정책 수립과 주기적으로 연계하여 추진

○ (시범사업) 제도화 前 호남, 제주 등 계통 불안정 우려 지역에 대한 중장기 운영전망 시범 도입('24년~)

**3) 계통안정화 자원(NWAs\*)의 체계적 확보**

\* 전력망 건설 대안기술(NWAs, Non-Wire Alternatives) : 주파수, 전압 유지 + 신규 선로 건설 없이도 송전 가능용량을 증가시킬 수 있는 기술과 자원

□ (배경) 전기본에 반영된 안정화 자원 설치 목표량을 이행하기 위한 구체적 확보계획 필요

\* ①필요자원(총량) 산정 → ②필요자원 믹스 → ③설치·운영주체 선정 → ④제도화 및 이행관리

□ **(방안)** 전기본 상 자원총량에 대해 확보 시급성, 이행가능성, 경제성 등을 종합 분석하여, 체계적인 자원 확보 방안 마련(‘24년~)

① **(필요자원 총량)** 실계통 현안, 단기 운영방안, 중장기 설비계획, 국가 에너지 정책 등을 토대로 재산정(롤링) 후 차기 전기본 반영

\* 발전원별 구성(입지), 전력 수요, 설비 보강 등 계통운영 및 계획 여건에 따라 필요자원 총량은 수시로 변동

② **(필요자원 믹스)** 계통운영에 비용 효율적으로 적용가능한 안정화 자원을 선별하고, 특정자원에 집중되지 않도록 믹스 검토

【 믹스 검토시 고려사항 】

- **(효과)** 활용목적에 따른 자원(기술)별 계통기여 성능을 분석하고, 최적의 설치위치(변전소) 선정  
\* 계통안정화자원은 2개 이상 계통기여 성능을 가지고 있으며, 자원의 조합·설치 위치에 따라 효과도 상이
- **(경제성)** 단위 설치용량(MW) 대비 계통 기여도를 정량화
- **(이행성)** 자원(기술) 상용화 수준, 제작사 공급가능 규모와 시기, 중장기 산업(투자) 활성화 등 고려

③ **(설치·운영주체 선정)** 적재·적소에 안정화자원이 확보되고, 중복 투자가 발생하지 않도록 자원별 설치·운영 주체 제시

\* 기존 전력설비는 설치주체가 구분되었으나, 새롭게 도입될 안정화 자원은 계통 참여자 모두 주체가 되어 참여 가능

④ **(제도화 및 이행관리)** 자원의 정의, 확보, 수립, 운영에 대한 사항은 신뢰도 고시 등에 규정화, 추진사항에 대해 주기적 점검체계 구축

- 신뢰도 고시 개정(단기), 전기사업법\*(장기) 개정 추진

\* 제25조제6항 ‘전력수급기본계획 수립내용’에 ‘계통안정화자원 확보에 관한 사항’ 추가

- 전력계통신뢰도협의회(산업부) 등을 통한 점검 정례화(연 2회)

※ 장주기 ESS, 양수 등 전력 저장 목적의 유연성 자원 확보를 위한 ‘에너지 스토리지산업 발전전략’ 기 발표(‘23.10월)

## 2. 모든 주체에게 유연성·안정성 책임 부여

### 1) 발전원 특성에 맞는 운영기준 정립 및 관리 강화

- (배경) 발전원이 급증한 상황에서 모든 전원의 계통안정화 기여 필요
  - 전통적인 중앙급전자원은 계통 유연성 제공에 한계 노정
    - (화력) 기존 최소출력 수준이 높아(설비용량 대비 60%) 출력조절 가능 범위 협소
      - \* 정상 시 평균 출력(80%) 감안 시, 출력조절 가능 범위는 20% 수준에 불과
    - (원전) 안전성, 기술적 특성 고려 시 제어 용량, 횃수 제한 불가피
      - \* (소요시간) 반일 이상(전일 오후 중 준비 필요), (횃수) 호기당 연료주기별 최대 17회 (감발가능 용량) 호기별 최대 용량의 20% (부품 상태) 노심 연소율 65% 초과 시 감발 불가
  - 비중앙급전자원이 계통 안정화에 기여할 수 있는 제도·인프라 미비
    - (연료 설비) 연료전지·바이오 등은 기술적으로 제어가능하나 이행 사례 부족·운영 매뉴얼 부재, 제어 未이행 전제로 다양한 계약\* 체결
      - \* (연료전지) 설비 손상 보증 범위에 출력 증감발 미포함, (집단e) 산단 열 공급 계약 체결(제어 시 열공급 의무량 준수 어려움), (바이오) 연료 공급계약
    - (재생e) 보급확대 과정에서 신설설비에만 구비 의무를 부과하여 제어 기능을 갖춘 설비가 극히 일부\*, 선로에 있는 차단기 활용 중
      - \* 원격제어 가능한 설비는 1%에 불과, 계통보호를 위한 개폐기를 통해 출력제어 중이나 개폐기로 차단 가능한 설비도 37% 수준
- (방안) 모든 발전원이 급변하는 계통환경변화에서 역할을 할 수 있도록 발전원 특성을 고려한 운영기준 및 성능관리 체계 재정립
  - (중앙) 성능 현실화 및 검증, 유연성 기반 운영기준 정립('24년~)
    - (화력) 석탄, LNG 등 전통발전원 최소출력 하향운전 제도\* 시행(전력 시장운영규칙) 및 「복합발전기 최소출력 기준\*\*」 규정화(신뢰도 고시 개정)
      - \* 전력시장 용량요금(CP) 산정시 발전기 유연성 기여도를 평가하고, 가중치 확대 추진
      - \*\* 복합모드 운전시 최소발전 운전용량을 설비용량의 40% 이하로 규정



- (원전) 계획출력감소 운전기준을\* 마련(거래소 내규)하고, 최대 감발가능 용량 확대를 위한 연구개발도 추진

\* 안전규제 범위 내 사업자와 사전협의하고, 발전계획에 따라 효율적으로 운전

- (비중앙) 발전기(연료설비, 재생e)의 정의 및 책임 명확화(중앙급전화), 제어 인프라를 구비하는 방향으로 계통안정화 성능구비 확대 추진('24년~)

- (연료설비) 발전설비 특성 조사, 제어성능 테스트 및 매뉴얼 마련을 통해 중앙급전발전기 수준의 제어능력 확보 → 준중앙급전자원화

\* 발전사업자, 제작사 등과 소통하여 운영계획수립 및 제도개선 추진

- (재생e) 신설설비 대상 원격 감시·제어, 지속운전 성능구비 의무 이행력을 강화하고 인센티브 등을 통해 기설설비 성능구비 확대추진

**【 계통안정화 성능구비 기준 및 대응방안 】**

	지속운전 성능	원격 감시·제어 성능
<b>신설설비 의무화 현황</b>	(육지) '20.7월 이후 신청 (제주) '20.4월 이후 신청	(육지) 송전 : '20. 7. 29 이후 계약 배전 : '23. 10. 1 이후 신청 (제주) 송전 : '20. 4. 29 이후 계약 배전 : '20. 10. 1 이후 신청
<b>대응방안</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신설분 시장등록(거래소), 계통연계(한전) 단계에서 성능구비 여부확인</li> <li>○ 계통안정화 성능확보 여부 관리체계 구축(에공단, 한전)</li> <li>○ 기설설비 성능구비 유도방안 마련(시장제도 활용 인센티브 부여 등)</li> <li>- 중장기적으로 기설분도 성능구비를 의무화하는 방안 검토</li> </ul>	

\* 전체 태양광 설비 중 원격제어 가능 설비는 약 200MW에 불과(1% 미만)

**2) 전기소비자의 계통안정화 기여 촉진**

- (배경) 피크기간 전력수요 감소를 위한 다양한 수요관리 프로그램\*을 운영 중이나, 경부하기 수요 증대를 위한 프로그램은 부족

\* 전력수요가 높은 시간대 비싼 요금 적용(계시별요금제), 공급부족 시 전력수요 삭감을 위한 수요자원시장 개설('14년) 및 운영('23.6월 기준 4.9GW 수요자원 확보)

- (방안) 제주지역 신재생 출력제어 저감을 위해 운영 중인 플러스 DR\*을 육지지역으로 확대('24년)

\* 잉여전력 발생 시 수요자원이 자발적으로 수요 증대(플러스DR)하여 출력제어 완화

- 금년 하반기부터 제주시범 사업에 준하여\* 특정 조건 하에서\*\* 해당 시간대에 1시간 단위로 육지 플러스DR 시범시장 개설 추진

\* 등록기준, 정산방식, 운영기준 등 향후 전력시장운영 규칙 개정을 통해 확정

\*\* 예시) 예측 수요가 기준 수요구간에 해당되고, 예측 태양광 이용률이 기준 태양광이용률 이상일 경우

### 3. 계통 상황과 연동하여 보상하는 시장제도 도입

#### 1) 재생e·연료설비 맞춤형 시장 신설

- **(배경)** 소규모 재생e 확대에 따라 계통운영자의 급전지시를 받지 않는 발전원 비중이 증가하여 계통 안정성 유지가 어려워지는 상황
- **(방안)** 비중양급전발전원이 급전지시를 받는 방향의 시장제도 신규 도입
  - 일정 규모 이상 재생e를 전력시장 입찰을 통해 제어 가능한 주력 자원으로 활용하기 위한 ‘재생e 입찰제도’\*를 우선 도입
    - \* 개별VPP 용량 1MW 초과 급전가능 재생e는 예측발전량과 가격을 입찰하고 낙찰량만큼 발전하며 급전지시 이행 → 제주 시범사업 시행(24.2월) 후 전국 확대 추진(25년)
  - 바이오, 연료전지 등 대규모 비중양발전기의 중앙급전화를 위한 설비 등록 기준 개선\* 및 재생e와 유사한 가격입찰제 적용 검토(중장기)
    - \* 중앙급전설비 등록 기준 완화(용량 20MW → 5MW, 연료원 조건 폐지 등)

#### 2) 유연성·안정성 자원에 대한 인센티브 부여

- **(배경)** 계통 유연성 공급 자원에 정당한 대가를 지급하는 시장 부재
  - \* 현재는 계통운영자 재량으로 예비력을 확보하고 정해진 단가로 보상
  - 하루전 전력시장 체제로는 변동성이 높아진 시장 운영시 한계 노정
- **(방안)** 유연성 및 안정성을 제공하는 발전원에 대해 인센티브를 부여하는 시장제도 도입
  - 고비용 ESS 투자비를 보전 가능한 ESS 선도 계약시장을 개설, 호남 등 계통 취약지역 대상 동기조상기 등 안정화 자원 시장도 마련
    - \* 경매를 통해 가격·물량 사전결정 후 낙찰가격을 보장받는 시장으로, 우선적으로 재생e 출력문제가 시급한 제주지역에 65MW/260MWh 규모의 ESS 사업자 선정(23.11월)
  - 실제 수급여건을 즉각적으로 반영하기 위한 실시간시장 및 예비력 상품을 거래하는 보조서비스시장 신설(제주: '24.2월, 전국: '25년)
  - 비중양급전발전기·新자원이 제공하는 유연성·안전성 서비스를 상품화하는 신보조서비스\* 시장 개설('24.上)
    - \* 기존의 대규모 중앙급전발전기에 의한 보조서비스와 구분하여 비중양급전발전기 및 新자원의 유연성 안정성 서비스를 의미(동기조상기, ESS 등의 주파수 유지 기능 등)

## [2] 예측·대비·복구 강화를 통한 회복력 확보

◇ 자연재해·사이버 위협 등 계통 리스크에 대한 '계통 회복력(Grid resilience)'을 높일 수 있도록 비상시 예측·복구 시스템을 강화

### 1. 전력계통 회복력(Grid resilience) 개념 정립

□ 계통 리스크의 효과적 대응을 위한 '전력계통 회복력' 정의

- (배경) 계통 리스크 발생시 파급효과가 커 사전 대응 및 신속한 복구가 무엇보다 중요하나, 이에 대한 체계 부재
- (계획) 전력계통 회복력 중심의 리스크 대응 제도화 추진(전력설비 운영의 패러다임 전환)

\* 전력계통 회복력 설계 및 분석을 위한 연구용역 실시(전력거래소, '24년~)

### 2. 예측 고도화 및 선제대응 강화

□ 기후위기 대비 전력설비 관리강화 및 예측고도화 추진

- (관리강화) 기존 전력설비 기준\*에서 이상기후를 반영한 新 기준·규격·운영 방안을 마련하고('24.上), 단·중장기 관리대책 수립\*\* (~'24.12월)

\* 현재 국내 기준(KS IEC)에 따라, 설비별 기온 규격은 최고(40°C) 및 최저(-25°C) 설정

\*\* 기후변화 반영 설비 운영기준 개정(~'24.上) 및 변압기·개폐장치 등 보강 실시

- (예측고도화) 빅데이터 전력설비 피해예측 기술 개발\*( '24.3월)

\* 기초조사 및 프로토타입 알고리즘 설계 중(한전 전력연구원, 기상청 협업, ~'24.3월)

- 기상예측 정보를 바탕으로 재난시 활용을 위한 전력설비 위험지수 등급화

#### 【 피해예측 알고리즘 개념도 】

Input	Output (Web / App)		
기상예보, 설비고장 과거 데이터	지역별 위험도(지수, 등급화)		
기상데이터 : 기온, 풍속, 강수, 적설, 낙뢰 고장데이터 : 위치기반 고장 건수	공사관리	설비관리	재난관리
GIS 위치정보 기반 재난예측 데이터	주의사항	안전조치	비상발령
	선로·행정구역 기준 과거고장이력 조회		



위치기반 위험지수 표시

## □ 자연재해 유형별 사전 대응전략 고도화

- (산불) 전력설비 인근 수목관리 및 제도 개선\* 실시(산림청 협조, '23.5월~)
  - \* 강원영동 6개 시군 대상 산불 재발 위험지 조사 및 선제적 전력설비 인근 벌채, 산불 피해 복구 시 내화수종 조성 추진, 수목관리에 대한 전기사업자 권한 강화 등
  - 전력설비 원인 산불 예방을 위한 업무협약 체결\*, 공동연구 추진\*\*
  - \* 발전설비 주변 산불 예방 업무 협약 체결(산업부·산림청·한수원, '23.3월), 전력설비 인근 산불 예방을 위한 업무협력 간담회(산업부·산림청·한전, '23.4월)
  - \*\* 전력설비 화재예방을 위한 공동연구·실험 협약 체결(국립산림과학원·한전, '23.5월)
- (호우·태풍) 하계 집중호우·태풍에 대비하여 재난 집중기간(7~8월) 중 강화된 비상발령 기준\* 적용
  - \* (기존) 기상경보 발령 시 설비피해 상황 판단 후 비상발령 단계 발령 ⇒ (변경) 기상경보 발령 즉시 비상발령 단계를 우선 발령하여 피해 최소화 실시
- (지진) 실시간 지진 발생에 따른 전력설비 피해 정보 관리\* 및 예측 시뮬레이션 시스템\*\*(21년~)을 통한 신속 대응·복구 실시 중
  - \* 지진 정보 통합시스템(EDES : Earthquake Damage Estimation Web-System for Electrical Substations)을 통한 전국 800여개 변전소 지진영향 관리 및 피해 예측

## □ 송·변전설비 등 전력설비 모니터링의 디지털화

- 첩탐에 자연재해 인식이 가능한 “AI 기술의 CCTV”를 설치하고 영상을 유관기관과 실시간으로 공유하는 상시 감시체계 구축\*(24년~)
  - \* 국정원 보안성 검토 완료하였으며(23.9월), 울진 지역에 시범 도입 적용 예정(23.11월)

## 3. 사고 및 재난 발생 시 긴급 복구체계 마련

### □ 위기 상황별 최적 방어대책 및 다양한 계통 복구 전략 마련

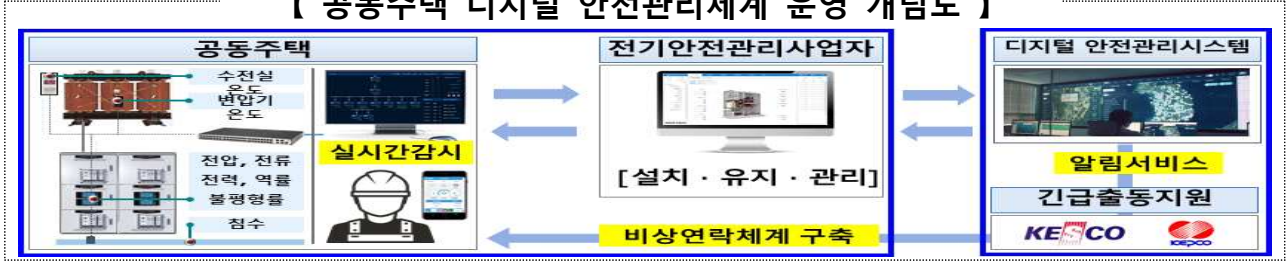
- 재해 훈련 시나리오 고도화 및 계통 운영 관제 전문가 육성(24년~)
- 통신망 마비 대비 무선 기반(위성망) 복구지시 체계 추가 구축 중
  - \* (기존) 유선 1회선으로 구성되어 통신체계 마비시, 계통복구 지시 지연 발생 가능 (변경) 지상통신+위성통신망 구성으로, 다양한 계통복구 지시 체계 구축

### □ 신속 복구 대응력 강화를 위한 전력설비 보강

- (송·변전) 복구시간 단축을 위해 시공 편의성이 높은 경량 철주 지지물을 개발하고, 긴급 복구용 자재 및 인력 상시 확보(~'25년)
- (수·배전) 정전 발생이 잦은 공동주택에 대해, 전기안전 관련 행정규칙 개정(~'24년) 및 “디지털 안전관리시스템\*\*” 구축 추진(25년 이후~)

- \* 공동주택 상태감시장치 기술기준(KEC) 마련 및 안전관리시스템 구축 관련 등 개정
- \*\* 전기안전 전문기관(한전, 전안공)에서 공동주택의 전력사용량 등을 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템으로 정전과 같은 긴급상황 발생 시 실시간 상황파악 가능

【 공동주택 디지털 안전관리체계 운영 개념도 】



#### 4. 전력 기반시설 사이버 위협에 대한 대비태세 정립

##### □ (예방) 사이버 위협 사전 원천 차단을 위한 시스템 개편

- 송·변전, 배전 전력제어시스템 1,338\*식을 독립 폐쇄망 운영중이며, 데이터센터 이원화 구축 완료(나주·대전 ICT, '22.8월 ~)

\* 송·변전 계통운영센터·급전분소 등 총 1,101식, 배전센터·배전운영실 등 총 237식



- 변전소 등 주요 인프라에 정기적 보안성 진단(연 1회, 집중점검·모의훈련) 실시

##### □ (대응체계) 기반시설 및 연계 재생e, IoT기기에 대한 보안대응 체계 정립

- 기반시설 대상 사이버·물리공격 대응을 위한 정기적 매뉴얼 정비(연 1회)

구분	내용
보안관제	○ 전력사이버안전센터 운영(24시간 상시 감시체계 확보)
점검 및 훈련	○ 쉰 기반시설을 대상으로 연1회 집중점검 및 모의훈련 시행
접근통제	○ 전력제어설비 비인가자 접근 및 무단 접속통제 대책 적용
재난 대응체계	○ 데이터센터 이원화*로 재난시 정보시스템 신속복구체계 확립 * 나주 ICT센터(주)와 대전 ICT센터(예비) 구축('22.8월)
중요자료 관리	○ 전력설비 현황·구조 등 중요자료 유출방지 종합대책* 수립 * 반출 이상행위 자동탐지, 출력물 반출통제, PC화면 워터마크 도입 등

- 재생e 연계 전력망에 대한 악성코드 탐지·차단 체계\* 구축(국정원 협업, '24.下)

\* 재생e~배전망(기반시설) 간 연계구간 보안통신망 구성, 비정상 트래픽 차단

- IoT 기기 필수 보안기능을 반영한 보안규격 제정\*·운영('21.6월~)

\* IoT 기기를 통한 악성코드 유입차단, 기기인증·암호화 등 보안기능(22종) 정의

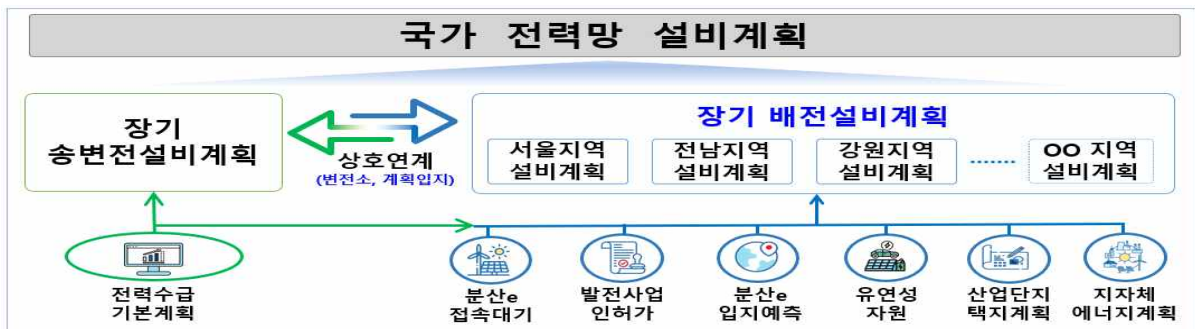
### (3) 배전망 변화(소비→발전 연계)를 고려한 전력계통 시스템 확장

◇ 배전사업자 역할을 부여하고, 송전계통과의 관계 정립

#### 1) 배전사업자 역할 정립

- 배전사업자에게 배전망 운영·계획, 분산 자원의 체계적 관리 의무 부여
  - (운영) 망 운영 주체·범위 및 분산e 출력제어 기준 등 기술적 요구 조건 및 의무사항을 담은 배전망 운영규칙(관리방침) 제정('24.6월)
    - \* 현재는 송전망에 중점을 둔 전기사업법-전력시장운영규칙에 따라 계통 운영 → 배전에 특화된 분산에너지 활성화 특별법-배전망관리방침 마련
    - 배전망 접속·차단 세부방안 및 차별금지 절차 등 망 운영에 필요한 사항과 운영의 중립성 확보방안\* 명시
      - \* 배전망운영규칙 제정의 공정성 확보를 위해 산학연 합동 규칙제정위원회를 운영하고, 망운영의 투명성을 위해 접속·차단 정보 및 현황을 공개
  - (계획) 국가·지역단위 전력공급 및 분산e발전 특성을 고려한 체계적이고 차별화된 중장기 배전설비계획 수립('25.上, 제11차 전기본에 맞추어 추진)
    - \* 10차 전력수급기본계획 이행을 위한 배전망 투자비 31조원
    - 선로단위 단기(3년) 설비대책을 지역단위 장기(10년) 계획으로 변경

【 국가·지역단위 계획을 반영한 장기배전설비계획 수립체계(안) 】



- (지역구분) 권역별 송배전망 계통운영협조를 위한 지역별 배전사업자 구분체계 검토
  - \* 현재 지역특성에 관계없이 운영중인 전국 41개 배전센터를 지역단위 계통운영 환경 및 에너지정책을 고려하여 적정 배전사업자 운영·관리범위를 지정

## 2) 송전·배전 운영자 협조체계 강화

- 송·배전망 계통 간 상호영향이 증가함에 따라 송전망 운영자와 배전망 운영자 사이 양방향 협조·소통 체계 구축
  - 전국 및 지역 망 운영자별(한전, 거래소) 운영기준 등을 명확화하고 급전체계에서의 역할 및 이행 절차를 정립('24.6월)

### 【 송배전망별 역할 및 운영자별 계통운영 협조체계 】

송전망운영자 (SO, TO)	구분	배전망운영자(DSO)	SO-TO-DSO 협조 출력제어 체계
전력거래소, 한전(송전)	운영 주체	한전(배전)	<b>SO-TO-DSO 협조 출력제어 체계</b> 전력거래소(SO, EMS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취득정보 기반 계통운영 전망(송전제약, 계통불안정, 수급불균형)</li> <li>- 출력제어 확정 및 요청(22.9kV 송전연계, 22.9kV 배전연계)</li> <li>- 154kV 송전연계 출력제어 시행</li> </ul> 요청 ↓ ↑ 공유 한전(TO, SCADA) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 송전운영 전망(송전선로, 변전소 과부하, 휴전 등)</li> <li>- 송전망 정보공유(ADMS + SCADA → EMS)</li> <li>- KPX 출력제어량 접수, 22.9kV 송전연계 출력제어 시행</li> <li>- 출력제어 확정 및 요청(22.9kV 배전연계)</li> </ul> 요청 ↓ ↑ 공유 한전(DSO, ADMS) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배전운영 전망(배전제약, 배전선로 휴전, 유연자원 활용 등)</li> <li>- 배전망 정보공유(ADMS → SCADA)</li> <li>- KPX, TO 출력제어량 접수, 22.9kV 배전연계 출력제어 시행</li> <li>- 배전망 자체 출력제어 시행</li> </ul>
154kV 이상	운영 전압	22.9kV 이하	
EMS, SCADA	관제 시스템	ADMS	
전국 송전계통 관제 전국 발전기 관제	주요 업무	지역별 배전망 관리 및 신재생e 감시제어	
계통주파수, 송전전압	전기품질 관리	지역 배전전압	

- 배전망에 연계된 PPA 설비 자료(15.4GW, 태·풍·연 26.3GW 중 58%)를 송전망운영자에 제공하여 관측 가능한 신재생e 대폭 확대(42% → 100%)

\* 최대 1시간인 관측 주기를 5분 이내로 단축(일부 설비는 5초 주기 관측 가능)

### 【 신재생e 관측 확대 추진 계획('~24년) 】

		현 재	송전-배전 운영자 자료공유 후
송전 운영자 (거래소)	시장거래	관측 가능 (100%)	관측 가능 (100%)
	PPA	관측 불가능 (0%)	관측 가능 (100%) (배전운영자 제공)
	합계	일부 관측 가능 (약 42%) (PPA 자료는 추정)	관측 가능 (100%)

- 유관기관(한전, 거래소, 에공단) 간 관측 시스템을 통합하고, 관련 인프라를 고도화하는 재생e 실시간 관측, 제어시스템 구현('25년)

## V. 추진 계획

### 1 전력망 신속 확충을 위한 패러다임 혁신

추진 과제		주 관	일정
<b>(1) 국가 기간 전력고속도로 적기 완성</b>			
<b>횡축-종축 국가 HVDC 기간망 적기 구축</b>			
1	<b>1) 동-서 횡단 전력고속도로 (동해안-수도권 HVDC)</b>		
	① (1단계) 동부 변환소 건축허가, 서부 송전선로 전원개발사업 실시계획 승인 등 인·허가 완료	산업부·한전	~'23.12월
	② (2단계) 전원개발사업 실시계획 승인 등 인·허가 완료	산업부·한전	~'24.12월
	③ 필수 자원 공급현황 모니터링 체계 가동	산업부·한전	'23.12월~
	<b>2) 남-북 종단 해저 전력고속도로 (서해안 HVDC)</b>		
	① (경과지) 송전선로 경과지(안) 마련	한전	~'24.上
	② (사업모델) 민간공동투자 방식 모델 개발을 위한 연구용역 추진	산업부·한전 등	'23.11월~
	③ (제도정비) 사업 추진을 위한 절차 등 법령 제·개정	산업부·한전	~'24.下
	④ (기술개발) 핵심기술 국산화 등 기술확보 방안 마련	산업부·한전 등	~'24.上
	⑤ (추진체계) 서해안 HVDC 추진 TF 구성·운영	산업부·한전 등	'24.1월~
2	<b>「국가기간 전력망 확충 특별법」 제정을 통한 적기건설 기반 확충</b>	산업부·한전	~'24.下
<b>(2) 지자체·주민 참여형 지역망 확충체계 도입</b>			
<b>154kV 급 망 보강 쉐 과정 재설계</b>			
1	① 지자체 협의를 통한 신규 154kV 송·변전설비 계획 수립 시범 추진	한전	~'24.下
<b>주민 수용성 제고를 위한 제도혁신</b>			
<b>1) 보상제도 개선 및 절차적 정당성 강화</b>			
2	① (보상) 주변지역 지원 단가 현실화 추진 및 지원 사업 소요 재원의 다각화 검토	산업부·한전	~'24.下
	② (절차) 입지선정위원회 법제화를 위한 전촉법 시행령 개정	산업부·한전	~'24.上
	<b>2) 안전·환경 분야 국민 눈높이를 고려한 제도개선</b>		
	① (지중화) 지중화 대상 확대 방안 마련	산업부·한전	~'24.下
	② (절차) 전자파 기준수치·이격거리 등 개선을 위한 연구용역 추진	한전	'24.上~
<b>(3) 新 개념 전력망 건설 모델 도입</b>			
<b>국가 SOC 공동건설(도로·철도·전력망)</b>			
1	① (제도화) 도로·철도·전력망 공동건설을 선검토 하는 특별법 제정	산업부·한전	~'24.下
	② (계획수립) 송·변전설비와 철도·도로 경과지 공유 계획 수립 검토	한전	~'24.下
	③ 철도, 도로 공동건설 시범사업 추진	한전	(철도)~'28년 (도로)~'27년
<b>전력망 건설 속도 제고를 위한 민간의 역할 확대</b>			
2	① 민간투자 방식 모델 개발을 위한 연구용역 추진	산업부·한전	'23.11월~
	② 발전사업자 공용망 직접 건설을 위한 제도 정비	한전	~'24.上



## 2 전력망 有限자원 시대에 맞는 새로운 질서 마련

추진 과제		주 관	일정
<b>(1) 발전·소비 시설 분산 촉진</b>			
1	계통포화 대응을 위한 발전허가 속도조절		
	① 계통포화 변전소 연계 발전허가제한 방안 마련	산업부·전기위·한전 등	'23.下~
「계통특별관리지역」 지정 및 지역 맞춤형 계통 대책 마련			
2	① 계통특별관리지역 지정 및 맞춤형 대책 마련	산업부·한전 등	'24.1월~
	② 중앙-지방-유관기관 에너지 거버넌스 가동	산업부·한전 등	'24.1월~
유연한 발전허가 접속			
3	① 계통포화정도 및 원인에 따른 차별화된 제도 마련	산업부·한전 등	'24.1월~
	계통여건을 고려하는 발전·소비 입지 제도		
4	1) 재생e 계획입지 제도 도입		
	① 계획입지 시범사업 추진방안 마련	산업부·한전 등	~'24.上
	2) 소비시설 대상 「전력계통 영향평가」 실시		
	① 분산e 특별법 하위규정(시행령 등) 제정	산업부·한전	~'24.上
	3) 전력계통 통합 정보시스템 구축	한전	~'24.下
<b>(2) 기존 전력망 설비 활용 극대화</b>			
망 이용 관리체계 강화			
1	① (발전) 사업 미추진 발전기 망 선점가능기간 축소	한전	~'23.下
	② (발전) 발전사업허가 등 신청시 보증금 도입 검토	산업부·한전	'24.1월~
	③ (발전) 허가용량 대비 과사용 사업자 관리 강화	산업부·한전 등	'24.1월~
	④ (수요) 동일 장소 중복신청 등 요건 강화	산업부·한전	'24.1월~
전력망 업그레이드 신기술 적용			
2	① (선종교체) 기설선로 용량 증대기법 확대	한전	'24.下~
	② (신기술) DLR(실시간 동적 허용용량) 기법 개발	한전	~'27년
	③ (신기술) 교류-직류 하이브리드 배전망 기술 개발	에기평 등	~'28년
	④ (신기술) 배전선로 단위당 재생e 수용량 확대	한전	~'23.下
<b>(3) 분산촉진을 고려하는 전력망 계획 수립체계로 전환</b>			
1	① 지역별 발전설비 및 수요 중장기 전망 기법 마련	산업부·한전 등	'24년~

## 3

## 유연하고 안정적인 전력계통 시스템 구축

추진 과제		주 관	일정
<b>(1) 한국형 계통 운영체계 정립</b>			
1	계통운영 전망 고도화		
	1) 공급과잉 대응체계 구축		
	① 봄·가을철 계통운영방안 제도화	산업부·거래소 등	~'24.上
	② 하향예비력 개념 도입	산업부·거래소	~'23.下
	③ 출력제어 매뉴얼 정비	산업부·거래소 등	'24년~
2) 「중장기 계통운영 전망」 신규 도입	산업부·거래소	'24년~	
3) 계통 안정화 자원의 체계적 확보	산업부·거래소 등	'24년~	
2	모든 주체에게 유연성·안정성 책임 부여		
	1) 발전원 특성에 맞는 운영기준 정립 및 관리 강화		
	① (중앙) 유연성 기반 운영기준 정립	산업부·거래소 등	'24년~
	② (비중앙) 계통안정화 의무 강화 제도화	산업부·거래소 등	'24년~
2) 전기소비자의 계통안정화 기여 촉진			
① 육지 플러스DR 시범시장 개설	산업부·거래소 등	'24년	
3	계통 상황과 연동하여 보상하는 시장제도 도입		
	1) 재생e·연료설비 맞춤형 시장 신설		
	① 재생e 입찰제도 도입	산업부·거래소 등	(제주) '24.上 (전국) '25년
	2) 유연성·안정성 자원에 대한 인센티브 부여		
	① 실시간·보조서비스시장 신설	산업부·거래소 등	(제주) '24.上 (전국) '25년
② 신보조서비스시장 신설	산업부·거래소 등	'24.上	
<b>(2) 예측·대비·복구 강화를 통한 회복력 확보</b>			
1	전력계통 회복력 개념 정립		
	① 전력계통 회복력 설계 및 분석을 위한 연구용역	거래소	'24년~
2	예측 고도화 및 선제대응 강화		
	① (관리강화) 이상기후를 반영한 전력설비 기준 등 마련	한전	'24.上~
	② (예측 고도화) 전력설비 피해예측 기술 개발	한전	~'24.上
③ (모니터링) AI 기술의 CCTV를 통한 상시 감시체계 구축	한전	'24년~	
3	사고 및 재난 발생 시 긴급 복구체계 수립		
	① 재해 훈련 시나리오 고도화 및 전문가 육성	한전 등	'24년~
	② 경량 철주 지지물 개발	한전 등	~'25년
③ 디지털 안전관리 시스템 구축	산업부·한전·전공 등	'25년~	
4	전력 기반시설 사이버 위협에 대한 대비태세 정립		
	① 재생e 연계망 악성코드 탐지·차단체계 구축	한전 등	~'24.下
<b>(3) 배전망 변화를 고려한 전력계통 시스템 확장</b>			
1	1) 배전사업자 역할 정립		
	① 배전망 운영규칙 제정	산업부·한전	~'24.上
	② 중장기 배전설비계획 수립	한전	~'25.上
	2) 송전·배전 운영자 협조체계 강화		
	① 기관별 역할·이행절차 정립(분산e 특별법 하위법령 제정)	산업부·한전	~'24.上
② 유관기관 통합 재생e 시스템 구현	거래소·한전 등	~'25.下	