



KEMRI 전력경제 REVIEW



이전 Review 보기

Vol.315

2025년 5월호

▶ Issue Paper

☀ 국내 · 외 전력망 건설 대안 기술(NWA) 동향 및 활성화 방안

▶ Research Activities

☀ 2024년 글로벌 에너지 리뷰

☀ 유럽의 하계 에너지 빈곤 대응 제도 및 정책

【 Highlight 】

1. NWA(Non-Wire Alternatives) 개요

- [개념] 선로, 변전소와 같은 전통적인 설비의 추가보강 없이 전력망 용량 증대, 계통 혼잡 해소, 안정도 개선 등 기존 전력망 보강에 준하는 효과를 가지는 대안
- [특징] NWA를 통해 전력망 보강 시점을 늦추거나 규모를 최소화할 수 있으며, 망 보강 대비 상시 비용효율적인 경우에는 영구적 대체 또한 가능함
- [범위] NWA는 기술적 대안에서 제도적 대안까지 포괄적인 범위를 가지며 해외 주요 기관에서는 NWA로 고려하는 대표적인 대안을 9가지*로 제시

* 에너지저장장치, 전력흐름 제어기술, 선종교체, 동적송전용량 기술, 유연성 자원활용, 토폴로지 최적화, 자동복구 조치, 동적 요금제, 에너지효율화 프로그램이 포함됨

2. 국내·외 NWA별 현황 및 평가/보완점

- [현황] 국내·외 모두 각국 전력산업 및 계통 여건에 따라 기초적인 9가지 대안들을 상용화 수준으로 적용 중이며, 대안의 고도화를 위해 연구 또는 실증을 추진 중
 - 다만, 해외는 대부분 기술·제도의 시범운영 기간을 거쳐 상업화 준비 단계인 반면, 국내는 일부 기술·제도에 대한 연구 및 실증 초기 단계에 머무름
- [평가] 높은 기술 수준과 제도적 여건을 갖춘 미국, 유럽 등 해외 주요 선진국들이 NWA 개발 및 활용 측면에서 전반적으로 앞서 있음
 - (국내) 일부는 실험 및 실증단계에 머물러 기술적 보완이 필요한 상황이며, 기초 기술이 완성돼 시범사업 단계에 도달했더라도 제도적 뒷받침이 부족한 경우가 많음
 - (해외) 대부분 대안이 시범사업 이상의 수준이나, 일부의 경우 아직 현장 적용 경험 부족으로 인해 시험·설치·운영 등의 세부 절차 마련 및 이용 사례 축적 중
- [보완점] 국내·외 기술 및 제도적 여건에 따라 9가지 대안들 각각의 활용 수준에 다소 차이가 있다는 점을 고려할 때 대안별로 적절한 보완(기술, 제도, 기술+제도)이 필요함

3. 결론

- 국내·외 NWA 동향 검토 결과, 국내 NWA를 활성화하기 위해서는 ① 기술 개발, ② 제도 개선, ③ 경험 축적 3가지 측면에서의 복합적 접근이 필요함
- 국내 NWA 활성화를 위해서는 경우 지속적인 기술 개발이 이루어져야 하며, 동시에 대안들의 실효성을 높이기 위한 제도 개선도 반드시 병행되어야 함
 - 대안별 실증·시범 사업을 위한 정부지원(규제 완화, 법령 제정, 자금 지원 등)과 유연성 자원 관리에 초점을 맞춘 제도 정비*가 필요

* 유연성 자원을 위한 시장 및 요금제 개선, 한전⇄거래소, 정부 기관 간 협조체계 확립 등

【 목 차 】

Issue Paper

■ 국내·외 전력망 건설 대안 기술(NWA) 동향 및 활성화 방안

- 이원풍 선임연구원

I . NWA(Non-Wire Alternatives) 개요	1
II . 국내·외 NWA별 현황	2
III . 국내 NWA별 평가 및 보완점	10
IV . 결론	15

Research Activities

I . 2024년 글로벌 에너지 리뷰	18
II . 유럽의 하계 에너지 빈곤 대응 제도 및 정책	22

❁ Research Issue : 국내·외 전력망 건설 대안 기술(NWA) 동향 및 활성화 방안

I. NWA(Non-Wire Alternatives) 개요

- [개념] 선로, 변전소와 같은 전통적인 설비의 추가보강 없이 전력망 용량 증대, 계통 혼잡 해소, 안정도 개선 등 기존 전력망 보강에 준하는 효과를 가지는 대안

○ NWA는 늘어나는 재생에너지 및 전력수요에 대한 수용성을 높이기 위해 사용되는 방안으로 해외 주요 기관에서는 NWA 외에도 NTA*, GET* 등 다양한 용어를 사용하고 있음

* Non-Transmission Alternatives(非송전 대안), ‡ Grid Enhancing Technologies(계통 강화 기술)

Ⅰ 해외 주요 기관들의 전력망 용량 증대를 위한 대안 정의 Ⅰ

기관 구분	세부 정의
EAC (美 에너지부 전기자문위원회)	(NWA) 계통 효율성과 용량을 증가시킴으로써 새로운 송전선이나 변전소 건설 필요성을 연기 또는 회피하는 기술
Navigant Research (美 시장·기술 조사/컨설팅)	(NWA) ESS, DR 등의 분산e자원(DER), 계통 S/W 및 제어 기술로 전통적 방식인 송전선로 건설, 송변전 설비보강 필요성 등을 연기 또는 대체하는 전력망 투자 혹은 프로젝트
National Grid (영국 송전사업자)	(NWA) 송배전 시스템 보강을 연기 혹은 회피하기 위한 투자로, 동등한 계통 보강 요건을 충족하고 기존 투자 대비 비용효율적임
DOE (美 에너지부)	(NTA) 송전 시스템 운영을 보완하고 개선하는 프로그램 및 기술로 단독 또는 결합해 시스템 보강 필요성을 지연 또는 회피함
EPRI (美 전력연구원)	(GET) 송전용량 및 안정성을 높임으로써 계통 혼잡비용을 줄이고 재생e 수용을 늘리는 설비(Hardware) 및 제어(Software) 기술

※ 출처 : 대구가톨릭대학교, 국내 전력계통 안정화를 위한 전력망 건설 대안기술의 활용 전략 수립 연구, '24.10

- [특징] NWA를 통해 전력망 보강 시점을 늦추거나 규모를 최소화할 수 있으며, 망 보강 대비 상시 비용효율적인 경우에는 영구적 대체 또한 가능함

○ 망 보강과 연관되므로 송배전 사업자 또는 계통운영자가 주로 NWA를 활용하지만, 에너지 신사업자가 망 보강 대체 관련 시범사업 등을 위해 활용할 수도 있음

○ NWA는 망 보강이 완료되어도 망 효율성 제고를 위한 보조 수단으로 활용 가능함

- [범위] NWA는 기술적 대안에서 제도적 대안까지 포괄적인 범위를 가지며, 해외 주요 기관들은 다음의 대표적인 9가지* 대안을 NWA로 제시

* ①에너지저장장치, ②전력 흐름 제어 기술, ③선종 교체, ④동적 송전용량 기술, ⑤유연성 자원 활용, ⑥토폴로지 최적화, ⑦자동제어 조치, ⑧계시별 요금제, ⑨에너지효율화 프로그램이 포함됨

- (기술적 대안) 다양한 설비를 활용하거나 계통 운영 효율을 높이는 대안들이 포함됨
 - (설비 기반 대안) 저장장치와 같은 설비를 활용한 대안은 물론 선종이나 철탑 교체 등과 같이 신규 망 건설 대비 빠른 보강이 가능한 대안까지 포함
 - (운영 기반 대안) 계측되는 계통 데이터 밀도를 높여 정밀한 계통 운영을 가능하게 함으로써 기존에 활용하지 못한 송전 가능 용량까지 활용하는 대안
- (제도적 대안) 혼잡 관리를 위한 시장제도 및 계시별 요금제, 설비효율 제고를 위한 프로그램 등 다양한 제도적 대안들이 포함됨

Ⅰ 9가지 NWA 분류 체계 Ⅰ

구분		대안별 개념
기술적 대안	설비 기반	①에너지저장장치 (Energy Storage System) 수급 변동에 맞춰 충·방전을 통해 계통 혼잡과 안정도 제약을 완화하는 설비
		②전력흐름 제어기술 (Power Flow Control) 전력전자 기반 기술을 통해 선로 임피던스를 조정하여 실시간으로 전력 흐름을 제어하는 기술
		③선종 교체 기존 경과지를 활용하면서 고효율 도체로 구성된 선로로 교체하여 송전 가능 용량을 확대하는 대안
	운영 기반	④동적 송전용량 기술 (Dynamic Line Rating) 풍속, 기온, 진동 등 환경 요소를 측정해 선로의 송전 가능 용량을 계산하여 선로를 최대한 활용하는 기술
		⑤유연성 자원 활용 실시간 분산e 관제 시스템을 이용해 수급 자원을 유연하게 제어함으로써 혼잡 해소와 계통 유연성을 제공
		⑥토폴로지 최적화 (Topology Optimization) 혼잡 등을 해소하기 위해 차단기 조작 등을 통한 계통 구조(Topology) 조정으로 전력 흐름을 제어
		⑦자동복구 조치 비상시 발전 및 부하차단을 전제하여 운영하는 것으로 송전용량을 확보하고 망 보강을 회피하는 조치
제도적 대안	⑧동적 요금제도 수급 상황에 맞춰 시간대에 따라 변하는 요금제	
	⑨에너지효율화 프로그램 에너지 소비 절감과 고효율 설비 전환을 위한 프로그램	

※ 출처 : Bloomberg NEF('22), EPRI('24), CurrENT('24) 등 주요 기관 NWA 기술 현황 (재정리)

Ⅱ. 국내·외 NWA별 현황

- [현황] 국내·외 모두 각국 전력산업 및 계통 여건에 따라, 기초적인 9가지 대안들을 상용화 수준으로 적용 중이며 대안의 고도화를 위해 연구 또는 실증을 추진 중

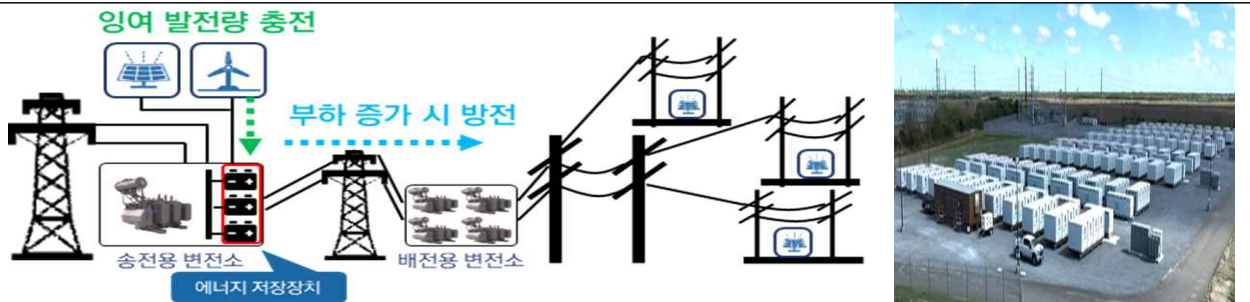
1. 에너지저장장치(ESS)

- [국내] 전기사업법 내 신뢰도 고시 등에 따라 주파수 조정 및 계통 안정화* 등을 위해 한전이 주로 ESS를 활용하여 선로 보강 지연에 따른 제약에 대응 중

* 계통 신뢰도 기준 준수를 위해 불가피하게 발생하는 발전제약 완화 목적

- [해외] 법령 및 지침 등에 송배전 부문을 담당하는 유틸리티의 ESS 활용 조건을 명시해 송배전 설비보강을 대체할 목적으로 ESS를 설치하여 활용하고 있음
- 또한 ESS의 시장 참여를 위한 제도 개선 및 유틸리티 시범사업 프로그램 등을 통해 분산에너지자원(DER) 사업자의 ESS를 활용하여 망 보강 대체를 추진하고 있음

■ 미국 오리건 주 포틀랜드 유틸리티의 ESS 활용 사례 ■



※ 출처 : 경영연구원, 송배전 부문에서의 ESS 활성화를 위한 해외 유틸리티의 ESS 활용 동향 조사, '24.7

2. 전력 흐름 제어 기술(PFC)

- [국내] 영동권~수도권 간 송전용량 증대를 위해 TCSC* 설비를 운영하고 있음
 - * Thyristor-Controlled Series Capacitor : 직렬 커패시터와 병렬로 사이리스터(전력 반도체 스위치)를 연계하여 사이리스터를 제어함으로써 선로 임피던스를 변경해 전력 흐름 제어
 - 추가로 PFC 기술을 활용한 초고압 Back-to-Back HVDC 설비를 적용할 계획
- [해외] 기존 PFC 기술은 물론, 차세대 PFC 기술*을 상용화하여 재생에너지로 인한 혼잡 해소를 위해 실시간 제어가 요구되는 지역에 활용하고 있음
 - * Advanced PFC(APFC) : 다중 레벨 인버터 기반의 모듈형 설계를 적용해 설치확장이동이 쉬운 전력 흐름 제어 설비이며, 비용이 단순한 직렬 커패시터 보상설비(\$20~75/kVAr) 대비 수 배(\$150~300/kVAr)에 달함

■ 해외 주요국 및 지역별 PFC 활용 사례 ■

국가(지역)	연도	설명
스페인	2015	▶ 220kV 선로에 설치하여 추가 선로 건설 회피 및 재생e 연계 용량 확보
영국	2020	▶ 3개 변전소에 설치하여 1.5GW 연계 용량 확보 ('23년, 500MW 추가)
호주	2022	▶ 330kV 선로에 설치하여 170MW 용량 확보
캐나다	2022	▶ '22년 9월 시범사업 통해 220kV 선로 정격의 3% 규모의 혼잡 해소
콜롬비아	2022	▶ '21년 시범사업 기반으로 400MW 재생e 연계 용량 확보
미국(뉴욕)	2024~	▶ 345kV 선로에 185MW 용량 확보를 위해 프로젝트 시행

※ 출처 : 대구가톨릭대학교, 국내 전력계통 안정화를 위한 전력망 건설 대안기술의 활용 전략 수립 연구, '24.10

※ 【참고】 모듈형 전력 흐름 제어 장치 및 제조사 사례

□ Smart Wires社の 'SmartValve' 장치는 모듈식 SSSC*로 선 전류의 90도 진상 또는 지상 전압을 주입하여 커패시터 또는 인덕터 기능을 제공

* Static Synchronous Series Compensator : 직렬 변압기를 통해 직렬 전압원을 선로에 주입하여 직렬 커패시터나 인덕터 삽입 효과를 가지는 직렬 보상 장치

□ Siemens Energy의 'UPFC* PLUS2' 장치는 모듈형 멀티레벨 IGBT 전압원 컨버터 기술을 활용한 전력제어 장치로 200kV~500kV 전압 범위까지 동작 (*Unified Power Flow Controller)

3. 선종 교체

■ [국내] 송전용량 확충을 위해 일반전선 대비 대용량(1.5~2배) 전선으로 교체 추진 중

○ ASCC(탄소소재심), ACMR(망간소재심)을 시작으로 최근 HCSC(고탄소강심)* 전선 개발 사업을 통해 시범 적용을 마치고 주요 국가 기간망 적용을 추진 중

* High Carbon Steel Core : ACSR(강심 알루미늄 연선) 대비 송전용량 및 가격이 1.5배 높고 손실은 7% 적은 전선으로 ACSR 적용이 곤란한 과부하 개소에 기존 용량증대 전선 대비 저렴한 대안으로 활용 가능

■ [해외] 미국, 유럽 등 해외 주요 유틸리티들은 송전선로의 기계적 하중 등을 고려하여 다양한 고효율 도체*로 구성된 선로로의 교체를 추진 중

* ACCR (복합소재 강화심), ACCC (탄소복합소재심), ACSS (아연도금강철심) 등

○ 기술적 특징, 경제성, 구축 소요 시간 등에 따라 선택되는 고효율 도체가 다르며 전 세계적으로 20건 이상의 구축 사례가 있음 (출처 : 美 전력연구원)

■ 고효율 도체를 활용한 선종 교체 해외사례 ■

유틸리티	국가	도체	전압	세부 설명
BPA	미국	ACCR	500kV	철탑 제외 단일 도체만 교체
Southern Company	미국	ACCR	115kV 230kV	기계적 하중 및 간격 유지하고 각 전압 레벨별 1회선 교체
CenterPoint Energy	미국	ACSS/TW	345kV	기존 복도체 교체 및 신규 경로 일부 추가 건설 (신규 구조물 추가)
AES	브라질	ACPR* Lo-Sag	138kV	기계적, 열적 제약 고려, 신규 2회선 설치
Elia	벨기에	ACPR Lo-Sag	380kV	복도체 구조에서 단일 도체만 교체
Northern Ireland Electricity	아일랜드	ZTACIR* G(Z)TACSR**	110kV 110kV	구조적 수정 없이 2회선 교체 및 H 목재 전주의 1회선 교체
TIWAG-Netz	오스트리아	ZTACIR	220kV	선로 간격 유지하며 N-1 제약 충족을 위해 선로용량 증대

* ACPR(폴리머 강심 알루미늄 연선), * ZTACIR(지르코늄 합금 내열 인바심 알루미늄 연선)

** G(Z)TACSR (Gap형 지르코늄 합금 내열강심 알루미늄 연선)

※ 출처 : EPRI, Advanced Conductor Experience - Utility Applications, '24.7

4. 동적 송전용량 기술(DLR)

- [국내] AC 가공(‘22) 및 지중송전(‘13) 선로의 기초기술 개발은 완료되었으나, 송전용량 산정 정확도를 높이기 위해 센서 기술 및 운영시스템 개발 등 후속 연구* 추진 중

* 전력연구원, 동적 송전용량 실계통 적용기술 개발 및 운영기준(안) 제시, ~’27

- AC 지중송전의 경우 가공 송전 대비 기상정보, 풍속 등을 고려하지 않아 운전 환경이 단순하고 센서 및 통신을 위한 전원확보가 수월하여 가공선로보다 먼저 개발됨
- DC 선로의 경우 송전용량을 정하는 요인이나 전선, 케이블 구조가 달라 별도 개발 추진 예정

- [해외] 시범사업을 통해 기술 구현 및 검증과 제도적 지원 조치를 함께 추진 중

- 미국, 프랑스, 이탈리아, 벨기에 등은 송배전 사업자 또는 TSO가 시범사업으로 DLR을 실증하여 실시간 용량을 최소 6~8%에서 최대 20~30%까지 증가시킴
- 미국은 FERC Order를 통해 유틸리티의 AAR* 도입 기반을 마련했고, 유럽은 FARCROSS* 등의 지원 프로그램을 통해 실증을 장려하고 있음

* AAR(Ambient Adjusted Rating) : 외기온도를 고려해 허용되는 송전용량을 매시간 조정하는 방안으로 FERC Order 881을 준수하기 위해 美 유틸리티들은 2025년 말까지 AAR 채택을 고려하고 있음

* 지역-국경 간 송전 촉진 이니셔티브 : EU Horizon 2020에 의해 2019년 10월 시작하여 8개국이 참여하는 프로젝트로, 지원하는 시범사업 중 DLR이 포함되어 있음

Ⅰ 동적 송전용량 실증 시범사업 해외사례 Ⅰ

국가(지역)	설명
벨기에	▶ 발전기 폐지에 따른 공급량 부족을 충당하기 위해 인접 국가와의 연계선로에 DLR을 적용하여 송전용량을 기존 계절별 고정 등급의 130%로 증가
불가리아/슬로베니아	▶ 슬로베니아 류블랴나 지역과 불가리아 북동부 지역 연계 선로에 센서 기술을 적용하여 두 국가 간 원활한 송전을 통해 안정성 제고하는 시범사업
프랑스	▶ 63~90kV 수준의 하위 송전망에 연계된 풍력 발전소 수용을 위하여 TSO인 RTE가 DLR을 실증(‘12~’18)
이탈리아	▶ TSO인 Terna는 4개의 송전선로 및 종단 변전소에 DLR 설비를 설치하고 기상 데이터를 활용해 허용 용량을 추정하여 인근 풍력 발전소 수용력 제고
미국(텍사스)	▶ 송배전사업자(Oncor)는 5개의 345kV 송전선, 3개의 138kV 송전선에 DLR을 적용해 실시간 송전용량을 6~14%(345kV), 8~12%(138kV) 증가시킴 ▶ 전력 협동조합(Great River Energy)과 전력망 기술 기업(Heimdall Power)은 협업을 통해 DLR을 위한 센서 Neuron을 52개소에 설치할 예정
미국(뉴욕)	▶ National Grid는 뉴욕 지역 4개의 송전선(115kV)에 LineVision의 DLR 시스템을 설치하여 평균 20~30%의 용량 증가 효과를 얻음
우루과이	▶ 우루과이 공공 유틸리티는 송전선에 DLR 적용 시범사업을 통해 풍력발전의 출력제어를 줄이고 풍력발전 점유율을 제고

※ 출처 : IRENA, Dynamic Line Rating Innovation Landscape Brief, ‘20

5. 유연성 자원 활용

- [국내] 가상발전소(VPP) 사업자가 분산에너지 자원을 통합해 시장에 참여함으로써 유연성 자원으로 관리되고 있지만, 수익성 부족으로 인해 활용이 미미한 실정이며 이를 개선하기 위해 다양한 에너지신사업 모델 발굴과 운영 기술 체계 고도화를 추진 중
 - 현재 운영 중인 소규모 전력 중개 시장의 경우 참여할 수 있는 자원* 모집이 어렵고 수익이 중개 수수료 및 재생에너지 발전량 예측 정산금*에 한정되어 활성화에 한계
 - * 1MW 태양광 및 ESS, 전기차로 제한 * 재생e 발전량 예측 오차율 6%이하(4원/kWh), 6~8%(3원/kWh)
 - ESS를 활용한 배전망 보강 대체 시범사업 등 수익성 있는 다양한 에너지신사업 모델을 개발 중이며, 이를 위해 실시간 수준(15분 단위)의 배전망 관제 시스템 고도화를 추진 중
- [해외] 분산에너지 자원의 도매시장 참여를 통해 사업자가 추가 수익을 확보하고, 계통 및 시장 운영자는 지역 유연성 시장 플랫폼과 배전망 관제 시스템과의 연계를 통해 고객 참여도를 제고
 - 미국은 2021년 FERC Order 2222*에 따라 모집된 분산에너지 자원의 도매시장 참여와 추가 수익 확보가 가능해짐에 따라 가상발전소(VPP) 사업자의 활성화 기반을 마련함
 - * VPP 사업자가 저장장치 등을 사용하여 유틸리티에 서비스를 제공하지 않을 때, 도매시장에 입찰하여 추가 수익을 얻을 수 있도록 허용하는 연방에너지규제위원회 명령(Order)
 - 유럽은 시장 메커니즘을 기반으로 국가별로 자국에 적합한 지역 유연성 시장 플랫폼을 통해 자원을 관리함으로써 망 혼잡에 대응하고 있음

Ⅰ 유럽의 지역 유연성 시장 내 장기계약과 단기거래 접근법의 장단점 Ⅰ

구분	장기계약 (입찰 혹은 경매)	단기거래 (전일 혹은 전주 시장)
장점	<ul style="list-style-type: none"> 유연성 부문 투자를 장려 예측가능하고, 규칙적인 망계약이 발생하거나 유연성 공급자가 부족한 지역에 적합 	<ul style="list-style-type: none"> 유연성 자원의 이용가능성 예측 용이 그리드 조건을 예측하기 쉬움 표준화된 자동 거래에 적합
단점	<ul style="list-style-type: none"> 유연성 자원의 이용가능성 예측이 어려움 DSO가 필요로 하는 유연성 자원의 규모와 시기를 예측하기가 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 신규 시장에서 투자 유인이 부족 거래량이 충분하지 않을 경우 표준화되고 자동화된 거래 체계를 만들기 어려움

※ 출처 : Europe's Local Flexibility Markets: Aiding a Strained Grid, '24.1

6. 토폴로지 최적화

- [국내] 계통운영자가 송전 혼잡을 관리하기 위해 모의를 거쳐 네트워크 구조를 일부 수동으로 변경하고 있으며, 종합적인 토폴로지 최적화 기술은 연구 개발 단계임

○ 주로 과부하 기준(150%) 초과 등 비상 상황 시에 EMS 상 모의*를 통해 검토

* 주로 운영자가 경험에 의거, 조정할 계통 구성을 수동으로 선택하여 계통 안정성 검증

■ [해외] 전일 및 실시간 최적 계통 구성을 자동으로 수행하는 방안을 시범 운영 중

○ 미국 MISO는 지역 혼잡 완화를 위한 계통 재구성 요청 프로세스를 수립('23.7)해 기술 안정성 및 경제성을 분석하여 실시간 시행 가능성을 검토 후 계통 구성 변경을 진행

○ 벨기에 TSO(Elia)는 혼잡 관리를 위한 토폴로지 최적화 도구(ToOp)를 현재 개발 중

Ⅰ 토폴로지 최적화 적용 시 예상 영향 해외사례 Ⅰ

구분	세부 설명
MISO 지역	• '21년 여름 기준, 제약 조건 완화에 따른 혼잡 비용 66% 절감 예상
Alliant Energy	• 고객의 송전 혼잡 비용의 약 41%가 감소할 것으로 추정
MISO/SPP 연계 지역	• MISO와 SPP 연계 지역의 선로 제약 해소에 따라 송전 가능한 용량이 10%~56% 늘어날 것으로 추정

※ 출처 : EPRI, Grid Enhancing Technology for a Smart Energy Transition Initiative, '24.7

7. 자동복구 조치

■ [국내] 계전기, 고장파급방지장치(SPS*) 등을 통한 발전 및 부하차단을 전제로 운영하여 망 이용률을 높이고 있고, 운영 유연성을 높이기 위한 시스템 개발 중

* Special Protection System : 고장파급을 방지하기 위해 특정 고장 발생 시 자동으로 부하 발전기를 차단하는 장치

○ 전력 흐름(방향, 송전량) 제어가 가능한 설비의 온라인 통합 상위 제어 시스템을 개발 중이며, 이를 전력 계통 감시시스템(차세대 SCADA)과 연계해 실시간 제어 가능

■ [해외] 계통 관제 시스템 도입 등을 통해 중앙형 자동복구 조치를 확대

○ 미국, 유럽 등 주요국에서는 GE, Siemens 등에서 개발 및 제공된 광역 계통 관제 시스템*을 적용하여 시스템 기능의 일부로서 중앙형 자동복구 조치를 사용 중

* (예시) 광역 보호 및 자동화, 제어(Wide Area Protection, Automation and Control) 시스템

○ 평상시 재생에너지 수용성을 높여 계통을 효율적으로 활용하고 비상시 사전 지정된 발전원 차단 조치를 통해 유연한 계통 운영을 추진하고 있음

- 이러한 운영은 신뢰도 기준(N-1)*을 일부 준수할 수 없기에 비상시 고장파급이 크지 않은 지역 등 제한된 조건에서만 제한적으로 시행되고 있음

* 발전기, 송전선로, 변압기 등 단일설비 고장에도 문제없이 안정적 전력 공급을 위한 망 계획운영 기준

8. 동적 요금제도

- [국내] 계시별 차등 요금제, 피크전력 기준 기본요금 부과제도 등을 운영 중이며, 스마트 계량기(AMI) 보급 추이*와 연계해 적용 대상을 지속하여 확대할 예정

* 2024년 기준, 저압용 89%(2,005만/2,250만호) 보급 완료, 고압은 100% 보급 완료

- 육지 지역 주택용*, 일반용·산업용 저압 고객 대상으로 계시별(TOU) 요금제 적용을 확대하고, 수요관리형 선택요금제를 도입할 예정 * 주택용 TOU는 아직까지 미시행

- [해외] 재생에너지, 전기차, 배터리 증가에 대한 대응 필요성이 커지고, AMI 보급이 늘어나면서 계시별(TOU) 요금체계가 주택용까지 확대되고 있음

- 산업·상업용 고객에 대해서는 오래전부터 동적 요금제를 적용해 왔으며, AMI 보급이 확대되면서 주택용에서도 동적 요금제 도입이 늘어나는 추세

- 미국 일부 주의 유틸리티에서는 TOU 요금의 Opt-in* 방식을 통해 주택용 고객의 동적 요금제 전환을 추진하고 있음 (애리조나주 APS는 고객의 60% 이상을 전환)

* 사전에 신청을 통해서만 전환을 허가하는 방식 (反 Opt-out : 모두 전환한 뒤 신청을 통해 제외)

- 스페인*, 이탈리아 등은 TOU 요금을 기본 방식으로 정하고 이를 원치 않는 고객에게 요금제 변경을 권장하는 Opt-out 방식을 적용

* 스페인의 경우 Opt-out 방식을 통해 주택용 고객의 약 40%가 TOU 시행 중

- 노르웨이 등 북유럽 지역은 AMI 보급률은 높으나, 계절 변동에 따른 전력시장 영향이 크므로 TOU와 같은 일별이 아닌 월별 가변 요금을 적용하고 있음

■ 해외 주요 국가별 AMI 보급률 수준('23.12) ■

북미	아일랜드	독일	영국	프랑스	스페인	이탈리아	스웨덴
77%	51~60%	4% 미만	61~70%	91~100%	91~100%	91~100%	91~100%
노르웨이	포르투갈	네덜란드	오스트리아	체코	벨기에	핀란드	스위스
91~100%	61~70%	91~100%	61~70%	10% 미만	11~20%	91~100%	N/A

※ 출처 : Adarsh Krishnan, Smart electricity meter market 2024: Global adoption landscape, '24.2

- 다만, 동적 요금제로 전환하기 위해서는 규제기관의 승인이 필요하며, 동적 요금제는 에너지 소비 관리를 하지 않을 시 과도한 요금이 부과될 수 있기에 저소득층과 같이 에너지 요금에 취약한 계층을 위한 대비가 필요한 상황

- EU는 지침(2024/1711)을 통해 각 회원국이 2025년까지 동적 요금제 제공을 의무화하는 법안을 마련하도록 하는 등 동적 요금제 확대를 위해 노력 중

9. 에너지 효율화 프로그램

- [국내] 정부는 에너지효율 개선을 위해 세액 공제, 공장에너지관리시스템(FEMS) 확대, 공정 효율화 솔루션 지원 등을 추진하고, 한전은 고효율 기기 교체, 행동 변화 프로그램 등을 추진 중

○ (정부) 에너지효율 관련 정책에 따라 효율화 사업을 추진하기 위한 제도적 지원 추진

- (세액 공제) 에너지효율 개선 유망 사업에 대한 투자 활성화를 위해 투자 세액 공제 제도 개편* 및 특별 세액 감면 대상 업종에 해당하는 중소기업에 대한 세액 감면 연장

* 기존 공제(1~7%)에 추가 공제(당해 투자 금액이 직전 3년간 연평균 투자액 초과 시 초과액의 3%) 적용

- (FEMS 확대) 정부 사업과 에너지효율향상의무화제도(EERS) 사업 재원을 이용해 중소·중견 기업에 신규 FEMS 보급 확대

- (공정 솔루션) 산업부는 에너지솔루션 공급 기업과 중소기업 간 컨소시엄을 구성해 공정 효율화 솔루션 개발 등을 지원하고, 중기부는 탄소중립형 스마트공장 지원사업을 통해 에너지 진단 및 설계 컨설팅, 탄소저감 공정 개선, 고효율 설비 개선 등에 보조금 지원

○ (한전) 2018년 EERS 시범사업 시작 이후 고효율 설비·기기 교체, 고객 행동 변화 유인 프로그램 등 총 27개 사업을 시행하고 있으며, 건물에너지관리시스템(BEMS) 구축도 병행 중

- (고효율 기기 교체) 히트펌프 보일러, LED, 사출성형기 등 20개 품목에 대해 시행 중
- (고객 행동 변화) 에너지 캐시백, 에너지 챌린지 등 7개의 에너지 절약 사업 시행 중
- (K-BEMS) 빌딩, 공장(스마트 산단 포함), 캠퍼스 등 민간 212개소 계약 및 구축 중

- [해외] 정부는 에너지효율 향상 정책에 따라 목표 수립, 지원제도 시행, 관련 법안 제·개정을 통한 에너지효율화를 강화 중이며, 유틸리티 등의 공급업체는 에너지절약(ESCO) 사업을 통해 고효율 설비 교체 사업 등을 진행하고 있음

○ (정부) 에너지효율 향상을 위해 의무화 제도, 교육, 컨설팅, 자금 지원 등을 추진

- (미국) 에너지 효율 향상 의무화제도(EERS) 추진을 통해 목표치를 설정하고, 달성 여부에 따라 인센티브 또는 페널티를 부여함으로써 활성화를 도모
- (유럽) 에너지 효율 지침(EU Directive, '23년 개정)에 따라 연간 에너지 절감 의무를 부여하고 효율 향상 교육 프로그램 운영, 중소기업에 효율 향상 운영자금* 지원 등을 시행 중

* (독일) 컨설팅 수준에 따라 중소기업에 지원금(€1,280~€8,000) 제공 및 저금리 대출 운영
(이탈리아) 에너지 진단 및 관리 업무를 하는 중소기업을 대상으로 연간 €1,500만 자금 지원

- (유틸리티) 에너지 효율 서비스 업체와 고객을 중개하는 프로그램을 운영하거나, 고효율 설비 교체를 원하는 고객에게 지원금 지급 및 자금 융자 등을 지원

Ⅲ. 국내 NWA별 평가 및 보완점

- [평가] 높은 기술 수준과 제도적 여건을 갖춘 미국, 유럽 등 해외 주요 선진국들이 NWA 개발 및 활용 측면에서 전반적으로 앞서 있음
 - (국내) 일부는 실험 및 실증단계에 머물러 기술적 보완이 필요한 상황이며, 기초기술이 완성돼 시범사업 단계에 도달했더라도 제도적 뒷받침이 부족한 경우가 많음
 - (해외) 대부분 대안이 시범사업 이상의 수준이나, 일부의 경우 아직 현장 적용 경험 부족으로 인해 시험·설치·운영 등의 세부 절차 마련 중이거나 이용 사례를 축적 중
- [보완점] 국내 NWA 활성화를 위해서는 기술 고도화뿐만 아니라, 대안들이 현장에서 실효성을 발휘할 수 있도록 시장제도 등 제도적 기반 마련이 병행될 필요가 있음

Ⅰ 국내 9가지 NWA별 평가 및 보완점 요약 Ⅰ

대안 구분	해외 대비 국내 대안 수준 평가 및 보완점	비고
①ESS	(평가) 법적 불확실성, 시장제도 미흡으로 ESS 용도 다각화에 제한 (보완점) 他 저장 기술 개발과 더불어 시장제도 등의 개선이 필요	제도
②PFC	(평가) TCSC 등 PFC 기술을 사용 중이나 차세대 PFC 기술 개발은 부족 (보완점) 차세대 PFC 기술 국산화와 해당 기술에 대한 표준 지침 마련 필요	기술
③선종 교체	(평가) 국내·외 모두 고효율 도체 개발을 통해 시범사업을 추진 중 (보완점) 장기적인 열적·기계적 성능 변동에 대응하기 위한 지침 마련 필요	제도
④DLR	(평가) 기술 신뢰도 및 계통 운영 효율화 관심 부족으로 시범사업 확대에 제한적 (보완점) 기술 고도화 및 실증 경험 축적으로 시범 사업화 확대가 필요	기술
⑤유연성 자원 활용	(평가) 유연성 자원 활용을 위한 수익 모델 및 시장제도가 미흡 (보완점) 자원 확보 및 관리를 위한 수익 모델 및 관련 제도 개선 필요	제도
⑥토폴로지 최적화	(평가) 해외와 계통 상황*이 달라서 비상시 수동적 재구성 정도만을 시행 (보완점) 재생e 등으로 망이 복잡해질 경우를 대비해 운영체계 고도화 필요	기술
⑦자동 복구 조치	(평가) 계전기·SPS 외 고도화된 관제 시스템을 통한 유연한 운영이 부족함 (보완점) 상위 통합 관제 시스템 구축 및 관련 신뢰도 기준 개선	기술
⑧동적 요금제도	(평가) 주택용 등에 계시별 요금제 확대, 실시간 요금제 등이 부족 (보완점) 요금제 전환에 대한 소비자 수용도 검토, 도·소매 요금 간 정합성 확보, 도매시장 가격 신호 반영 체계 마련 등 필요	제도
⑨e효율화 프로그램	(평가) 국내·외 모두 다양한 e효율 개선 프로그램을 시행 중 (보완점) 전력 외 他 부문 연계 및 EERS 법제화를 통한 활성화 필요	제도

* 국내는 단일 계통으로 최적 운영을 위한 계통 구성을 이미 갖춰 특정 지역 재구성만 요구됨

1. 에너지저장장치(ESS)

- [평가] 해외는 법령 및 규정을 통해 송배전망 사업자가 ESS를 활용해 안정도 개선과 같은 송전 및 배전(T&D) 서비스를 제공할 수 있는 반면, 국내는 아직 ESS 활용을 위한 기반이 부족
 - 법령 및 규정 등에 ESS 자산 분류가 일관되게 명시되어 있지 않고, 전력시장 운영 규칙 내 ESS의 他 용도에 대한 정의가 되어 있지 않아 해외와 달리 불확실성이 존재
- [보완점] ESS 활용 관련 법령 및 규정 정비, ESS의 T&D 서비스 제공을 위한 제도 개편, 리튬 이온 배터리 외 신규 저장 기술 개발 등이 필요
 - (법령 및 규정 정비) 송배전망 사업자의 ESS 활용에 대한 법적 불확실성 해소
 - (제도 개편) T&D 서비스를 시장 상품으로 추가하여 망 보강 대체 시 ESS의 활용을 늘리고, 유인 체계 도입으로 송배전망 사업자의 NWA 활용도 제고
 - (신규 저장 기술 개발) 배터리 화재 사고 및 공급망 이슈 등에 대응하기 위해 리튬 이온 외 안정적이고 효율적인 신규 저장 기술 개발 필요

2. 전력 흐름 제어 기술(PFC)

- [평가] TCSC 등을 포함해 기존 유연 송전(FACTS) 기술의 경우 국내·외 특정 지역에서 이용 중이지만, 국내에서는 소형화, 모듈화된 차세대(Advanced) 기술* 개발이 뒤쳐진 상황
 - * 미국, 영국, 호주 등 선진국에서 기술 개발 및 상용화 단계를 거쳐 활용 중
- PFC 기술은 전력 흐름을 직접 제어하여 효과적이지만, 고가의 반도체 스위칭 설비가 필요해 제약이 발생하는 일부 지역에서 한정적으로 도입하여 운영 중
- [보완점] 기술 국산화를 통해 설비 단가를 낮춰 경제성을 확보할 필요가 있으며, 해당 기술의 계획, 설치, 운영 및 유지 관리 등에 대한 표준 지침 마련이 필요
 - (기술 국산화) 연구과제 등을 통해 국내 기업과 협업해 전압형 변환설비 등 국산화 필요
 - (지침 마련) PFC 비중이 증가하면 실시간 시장에 영향을 줄 수 있으며, 유틸리티 등은 PFC 활용 경험이 부족하기에 관련 지침 마련을 통한 지원 필요

3. 선종 교체

- [평가] 사용하는 도체에 다소 차이가 있지만 국내·외 모두 경제성과 기술적 실현 가능성을 고려하여 신규 도체를 개발해 송전용량 증대를 위한 시범사업 추진

- [보완점] 신규 합금 도체는 열적 저하, 기계적 하중 등에 관해 장기적 성능평가에 불확실성이 있어 송배전 사업자의 선종 교체를 지원하기 위한 지침 마련 필요

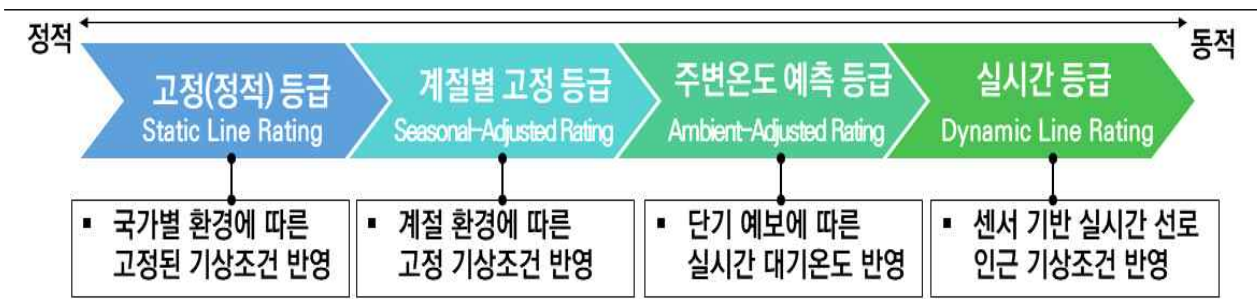
- 도체 손상 방지를 위한 설치 절차 개선, 도체 검사 및 유지 관리 절차 개발, 도체별 설치 장력 검토, 결빙·진동 등 불확실성에 대한 지속적인 실험실 수준 및 현장 평가 지원
 - (관련 사례) 美 노스캐롤라이나 실험실에서는 설비 노화 및 열적·기계적 시험, 도체 인장 시험, 진동 시험 등을 진행하고 설치된 도체에 대한 모니터링 프로젝트 계획 중('24.7 기준)

4. 동적 송전용량 기술(DLR)

- [평가] 실제 시범사업을 추진해 효과를 검증하고 있는 해외 대비 국내는 아직 실증단계로 센서 및 송전용량 산정 알고리즘 고도화를 통한 시범사업이 필요

- 미국은 DLR 이전 단계인 AAR 수준의 도입을 연방 차원에서 규정하는 등 적극적인 제도 개선을 병행하고 있지만, 국내에서는 아직 활성화 기반이 부족
- 기술 신뢰도와 계통 운영 효율화에 관한 관심 부족 등으로 시범사업 확대가 제한적임

■ 송전 허용 용량 기준 산출에 대한 등급 분류 ■



※ 출처 : 대구가톨릭대학교, 국내 전력계통 안정화를 위한 전력망 건설 대안기술의 활용 전략 수립 연구, '24.10

- [보완점] 센서 및 예측 모델을 통한 불확실성 최소화가 중요하므로 기술 고도화가 필요하며 현장 여건 차이에 따른 실증 시험 및 평가 경험 축적이 필요함

- (기술 고도화) 현장 환경 데이터 계측을 위한 센서 정밀도 및 송전 가능 용량을 산정하기 위한 알고리즘 정확도 제고, 축적된 데이터에 기반한 예측 등이 필요함
- (실증 경험) 시험 및 검증 단계에서 일관성 있는 절차 및 접근방식을 통해 다양한 환경 조건과 현장 여건에서의 실증 경험 축적 필요
- (평가 방법론 구축) 향후 DLR 적용을 상정해 송전망 계획을 수립할 경우를 대비해 DLR의 기술적·경제적 타당성 평가를 위한 방법론 구축 필요

5. 유연성 자원 활용

- [평가] 분산에너지자원(DER)을 통합해 유연성 자원으로 활용하기 위한 시장 등의 제도적 기반이 해외 대비 부족한 상황이며, DER을 이용한 사업 수익성이 높지 않아 사업자들의 참여가 미흡한 실정
 - 또한 DER 관리를 위한 기술 플랫폼 구축 등도 시범사업 단계에 머물러 있는 상황
 - [보완점] 해외 대비 DER 사업자들의 시장 참여 유인이 부족하므로 시장 제도 개선과 수익성 제고를 위한 사업 모델 다각화를 통해 자원 확보 및 관리 필요
 - (시장제도 개선) 실시간 시장제도 도입 등을 통해 유연성 자원의 가치를 실시간으로 평가·반영하고 서비스 제공에 대해 정산함으로써 DER 사업자들의 시장 참여 유인 필요
 - (수익 모델 개발) 도매시장 참여 외 PPA와 같은 개인 간 거래 모델, 배전망 보강 대체 프로그램* 등과 같이 민간사업자를 유인할 수 있는 사업 모델 개발 필요
- * 미국 캘리포니아 배전망 투자 회피 시범사업 : 유틸리티(PG&E)가 기존 배전망 자본 투자 유보 또는 회피 목적으로 DER을 경쟁적, 비용효율적으로 확보하기 위한 연간 프로세스
- (기술 플랫폼 고도화) 유연성 자원을 활용하기 위해서는 배전망에서의 DER 관리를 위한 실시간 통합 관제 시스템 등 기술 플랫폼의 고도화 필요

6. 토폴로지 최적화

- [평가] 해외와 달리 국내는 단일 계통이라는 특성을 반영한 최적 계통 운영 구성을 갖춰 비상 상황 시 계통 재구성 조치가 제한적으로 사용되므로, 대규모 토폴로지 최적화에 대한 필요성이 크지 않음
 - * 미국의 경우, 인접한 ISO 간의 계통 구성 또는 ISO 내 다수의 유틸리티로 구성된 복잡한 계통에서 경제성, 기술적 안정성 등을 고려해야 하므로 토폴로지 최적화가 어려움
- [보완점] 재생에너지 비중 증가로 인해 계통 불확실성이 증가할 때를 대비해, 실시간 최적화를 포함한 운영체계 고도화를 통하여 토폴로지 재구성 기술 개발 필요
 - (운영체계 고도화) 최적의 재구성 대안을 식별하고 계획 및 운영 프로세스에서 적절하게 구현될 수 있도록 계통운영자 및 망 사업자를 위한 운영체계 고도화 필요

7. 자동복구 조치

- [평가] 국내에서는 계전기 또는 고장파급방지장치(SPS) 등에 의한 조치 외에 비상시 통합 관제 시스템 등을 통해 사전 정의된 발전 및 부하차단 조치 등을 활용하는 유연한 운영이 부족함

- 비상 상황 시 정전을 최소화하기 위해 계통이 계획 및 운영되고 있지만, 비상시를 대비해 보수적으로 운영되고 있어 운영 관점의 유연성은 조금 부족한 상황임
- [보완점] 비상 상황 시 DER을 제어할 수 있도록 통합 제어 시스템을 구축하고, 이를 토대로 유연한 계통 운영을 시행하면서 그에 따른 고장파급은 사전에 지정된 발전 및 부하차단 조치를 통해 대응할 수 있도록 관련 제도 개선이 필요
- (통합 제어 시스템 구축) 기존에 구축된 SCADA를 비롯해, ADMS 등과의 연계와 통합을 통한 상위 능동형 제어 시스템 개발 및 구축이 필요
- (관련 기준 개선) 사고 파급력에 따라 계통 신뢰도와 안정도를 유지하면서 DER 제어를 할 수 있도록 관련 제도 개선이 필요함

8. 동적 요금제도

- [평가] 국내는 산업·상업용에는 계시별 요금제를 비롯해 피크 요금 등을 적용 중이나, 주택용으로의 확대, 실시간 요금제 도입 등은 해외 대비 뒤쳐진 상황
- 정부는 AMI 보급률이 높은 제주도를 대상으로 2021년부터 주택용 계시별 요금제 시범사업을 진행했으며 전국 확대 적용을 계획하고 있음
- [보완점] 계시별 요금제 및 실시간 요금제 도입을 위해 필요한 기반 마련이 필요
- (기반 마련) TOU 요금제 전환에 따른 소비자 수용도 등을 검토하고, 도·소매 요금 간 정합성 확보 및 도매시장 가격 신호 반영 체계 마련 등 선행 요건 구비 필요

9. 에너지 효율화 프로그램

- [평가] 국내외 모두 에너지효율 향상 정책에 따라 지원제도는 물론 고효율 설비 교체 등 다양한 프로그램을 시행하고 있어 상용화 단계에 이른 것으로 평가됨
- * (관련 사례) 미국 에너지효율 프로그램에 의한 절감량은 전체 판매량의 0.72% 수준(American Council for an Energy-Efficient Economy, 2022 State Energy Efficiency Scorecard, 2022.12)
- [보완점] 전력 외에 타 부문과도 연계하여 에너지효율 개선 지원 프로그램을 다양화하고, EERS 사업의 법제화를 통해 에너지 효율화 프로그램을 활성화할 필요가 있음
- (프로그램 다양화) DER 확대 추세에 맞춰 전력 부문뿐 아니라 가스, 열 등 他 부문에 대한 에너지 사용과 연계해 절감 프로그램의 다양성 확대 필요
- (EERS 사업 법제화) 법령을 통해 EERS 사업에 의무 및 강제성 부여 필요

IV. 결론

- NWA는 완전히 새로운 개념이라기보다 기존 전력망 이용 효율 개선과 용량 증대 방안에 재생에너지 및 전력수요 증가에 대응하기 위한 방안이 더해진 대안들의 집합체임
 - 전력망 보강 지연 이슈가 등장하면서 해당 이슈를 완화하기 위한 대안으로 주목받아 마치 신기술과 같이 인지되었지만, 실제로는 고도화된 기존 대안의 조합이 대다수임
- 이에 따라 NWA는 기술적인 대안부터 제도적 대안에 걸친 넓은 범위를 가지고 있으며, 해외 기관에서 제시된 9가지 대안 외에도 동일한 목적 및 효과를 가진다면 NWA로 간주할 수 있음
 - 다만 광범위한 특성으로 복잡성이 증가하여 NWA에 대한 이해와 수용이 어려워질 수 있어, 해외 일부 기관*에서는 중요한 기술(Technology)에 한정 짓고, 해당 기술 고도화에 집중
- * (관련 사례) EPRI, 계통 강화 기술(Grid Enhancing Technologies, GETs)
- NWA는 장시간 소요되는 전력망 보강의 과도기에 대응하고 망 보강 규모를 최소화할 수는 있지만, 기본적으로 전력망 보강을 완전히 대체하려면 상시 비용효율적이어야 함
 - 기술적·제도적 대안들이 개별적으로 갖는 효과들이 복합적으로 작용한다면 배전망에서부터 송전망에 이르기까지 망 보강 필요성을 줄일 수 있음
- 제시된 9가지 대안들은 국내·외 모두 목적에 맞게 기본적으로 사용되고 있으나, 기술 및 제도적 여건에 따라 활용 수준에 다소 차이가 있어 보완이 필요한 부분 또한 다름
- 국내·외 NWA 동향 검토 결과, 국내 NWA를 활성화하기 위해서는 ① 기술 개발, ② 제도 개선, ③ 경험 축적 3가지 측면에서의 복합적 접근이 필요함
 - ① (기술 개발) 저비용·고효율 기술 개발을 목표로, APFC 및 고효율 도체 기술뿐 아니라 효율적 계통 운영을 위해 AMI·AI 등에 기반한 관제 및 데이터 분석 기술 개발 필요
 - ② (제도 개선) 개발된 기술의 검증 및 현장 적용을 위해 필요한 절차 수립, 규제 완화는 물론 상용화를 위해 필요한 시장 및 요금제도 개편과 거버넌스 조정이 필요
 - ③ (경험 축적) 대안 운영 시 발생할 수 있는 문제에 대응하기 위해 장기적 관점에서 운영 경험 축적을 위한 정보 수집, 관리, 평가, 공유 및 환류 체계 확립이 필요
- 해외 대비 국내의 NWA 활용이 상대적으로 제한적인 것은 관련 기술의 수준 차이 외에도 제도적 기반 차이도 상당한 영향을 미친 것으로 분석됨*
- * 재생에너지 증가로 DER 관리를 통한 유연성 확보가 핵심이며, 이를 위한 제도 보완이 중요

- 따라서 국내 NWA 활성화를 위해서는 지속적인 기술 개발이 이루어져야 하며, 동시에 대안들의 실효성을 높이기 위한 제도 개선도 반드시 병행되어야 함

- (시장제도 개선) 유연성에 대한 적절한 가치 평가에 기반하여 DER 사업자의 자원을 유연성 자원으로 활용하고 정산을 해줄 수 있는 시장제도가 필요
- (사업성 강화) DER 사업자의 수익성 개선을 위해 다양한 수익 모델 개발 필요
- (거버넌스 조정) 송배전~판매 부문에 걸쳐 한전(TO/DSO) 및 거래소(ISO) 간 운영에 대한 협조체계, 정부와의 관계, 부처 간 협조 등 활성화를 위한 거버넌스 확립이 필요
- (정부 지원) 규제 완화, 법령 제정, 자금 지원 등 정부 차원의 활성화 지원 병행 필요

Ⅰ 국내 NWA별 주요 활성화 방향 Ⅰ

대안 구분	활성화 방향	AS IS	TO BE
PFC	기술 고도화	TCSC 등의 FACTs	모듈형 설계가 적용된 차세대 PFC
선종 교체		대용량 전선(HCSC) 적용	비용효율적인 도체 개발 및 장기적 성능평가 보완
DLR		DLR 기초 기술 개발 (정확도 ↓)	센서 기술 및 AI 기반 DLR 기술 (정확도 ↑)
토폴로지 최적화		수동 토폴로지 구성 변경 검토	최적화 알고리즘 기반 구성 변경 검토
자동복구 조치		계전기 및 SPS 기반 조치	온라인 통합 관제 시스템 (차세대 SCADA 연계)
효율화 프로그램	제도 개선	EERS 시범사업 (고효율 기기 교체 등)	가스, 열 등 부문별 연계된 효율 향상 프로그램, EERS 법제화
동적 전기 요금		계시별 차등 요금제(TOU) 및 피크 요금제 등	전 고객 TOU 요금제 확대 및 실시간 요금제 도입
ESS 활용		자산 분류 기준 불확실성 및 제한된 ESS 활용	법령 및 시장운영규칙 개선을 통한 ESS 활용 방안 다각화
유연성 자원 활용		제한된 수익 모델 (VPP, MG 등)	유연성 시장 도입 등을 통한 수익 모델 다각화

【참고문헌】

- ▶ 대구가톨릭대학교, 국내 전력계통 안정화를 위한 전력망 건설 대안기술의 활용 전략 수립 연구, 2024.10
- ▶ 한전 경영연구원, 송배전 부문에서의 ESS 활성화를 위한 해외 유틸리티의 ESS 활용 동향 조사, 2024.7
- ▶ ACEEE, 2022 State Energy Efficiency Scorecard, 2022.12
- ▶ Adarsh Krishanan, Smart electricity meter market 2024: Global adoption landscape, 2024.2
- ▶ American Council for an Energy-Efficient Economy, 2022 State Energy Efficiency Scorecard, 2022.12
- ▶ Bloomberg NEF, Emerging Power Grid Technologies, 2022.9
- ▶ Bloomberg NEF, Europe's Local Flexibility Market : Aiding a Strained Grid, 2024.1
- ▶ CurrENT, Prospects for innovative power grid technologies, 2024.6
- ▶ EPRI, Advanced Conductor Experience - Utility Applications, 2024.7
- ▶ EPRI, GET-SET : Advanced Conductors, 2024.7
- ▶ EPRI, Grid Enhancing Technologies for a Smart Energy Transition, 2024.7
- ▶ IRENA, Dynamic Line Rating Innovation Landscape Brief, 2020

작성자 : 한전 경영연구원 이원풍 선임연구원

Research Activities I : 2024년 글로벌 에너지 리뷰

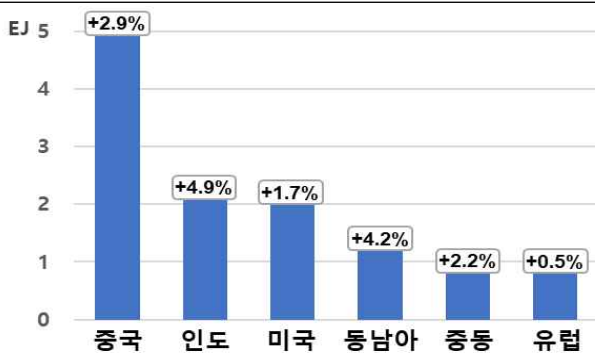
자료 Global Energy Review 2025 (IEA, 2025.03)

1 글로벌 에너지 수요

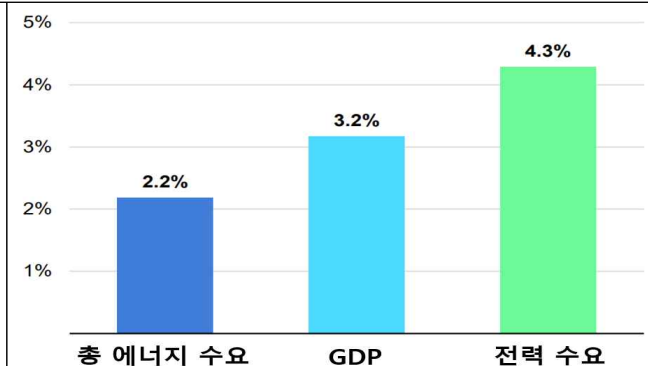
□ 2024년 전 세계 에너지 수요는 648EJ로 전년 대비 2.2% 증가했으며, 최근 10년 평균(1.3%)을 상회하는 견조한 증가세를 보임

- 국가별로는 인도(+4.9%), 동남아시아(+4.2%), 중국(+2.9%) 등 개도국들이 에너지 수요 증가를 이끌었으며, 미국, 유럽 등도 팬데믹 이후 처음으로 순성장을 기록함
- 냉방수요 증가, 전기차·AI 확산, 산업의 전기화 등에 따른 전력 수요 증가가 에너지 수요 증가의 주요 원인이며, 전력 수요 증가율(4.3%)은 세계 GDP 성장률(3.2%)을 상회

'24년 지역별 에너지 수요 증가량(EJ) 및 증가율(%)



'24년 글로벌 GDP·전력수요·에너지수요 증가율



2 에너지원별 동향

□ [석유] 2024년 석유 수요는 전년 대비 0.8% 증가하여 2023년(1.9%)에 비해 증가세가 둔화하였으며, 총에너지 수요에서 석유가 차지하는 비중이 처음으로 30% 미만으로 하락

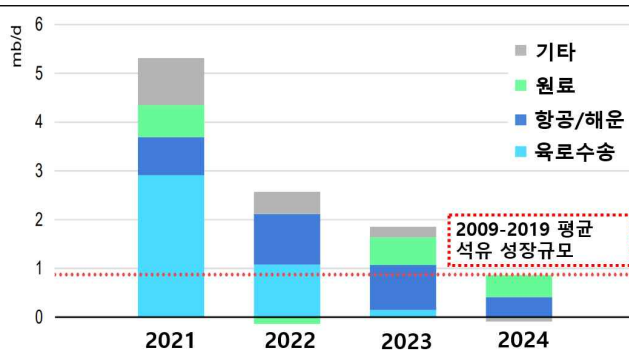
- 전기차 보급 확산, 고속철도 도입 확대 등 운송 부문 전기화의 영향으로 수송용 석유 수요는 중국(-1.8%)과 선진국(-0.3%) 모두에서 감소
- 석유 수요 증가분은 대부분 석유화학과 항공 부문에서 발생했으며, 특히 중국의 석유화학 부문의 원유 수요는 지난 5년간 12% 이상 증가하여 글로벌 수요 증가의 대부분을 차지

□ [석탄] 신흥국에서의 석탄 발전 증가로 석탄 수요량은 최고치를 기록하였으나, 선진국에서의 석탄 수요가 감소하면서 전체 증가율은 약 1% 수준에 그침

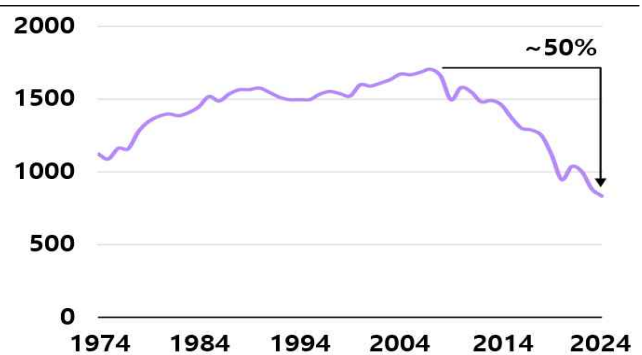
- 냉방수요 확대로 중국(+1.2%), 인도(+5.5%), 동남아(+8%)의 발전용 석탄 수요 증가

- 반면, 미국(-4%)과 EU(약 -10%) 등의 선진국에서는 석탄 발전소 폐지 및 재생에너지 확대로 수요가 지속적으로 감소함

『'21~'24년 글로벌 전년대비 석유 수요변화 추이』



『선진국의 연도별 석탄 수요 변화 추이(Mtoe)』



□ [천연가스] 천연가스 수요는 전년 대비 2.7% 증가(약 115bcm)했으며, 증가한 수요의 약 75% 이상이 발전 및 산업 부문에서 발생

- 북미, 중국, 인도 지역의 폭염에 따른 천연가스 발전량 증가로 인해 전 세계 발전용 가스의 수요는 전년 대비 2.8% 증가함
- 산업 부문에서는 러-우 전쟁 때 급감한 EU의 산업용 가스 수요 회복이 수요 증가를 견인

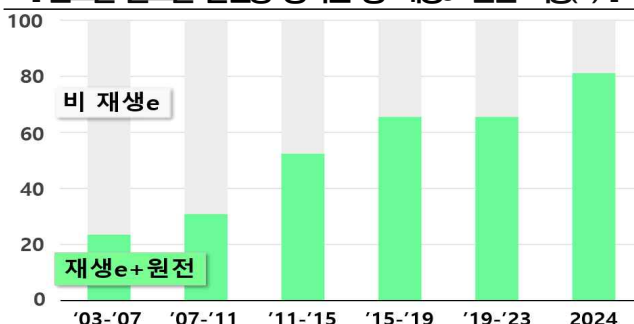
□ [재생에너지] 발전량은 전년(9,074TWh) 대비 10% 증가한 9,992TWh로 재생에너지는 전체 발전량 증가분의 70% 이상을 담당하였으며, 전원믹스 내 비중도 32%에 이름

- 태양광 발전(+480TWh)과 풍력 발전(+180TWh)이 전체 재생에너지 발전량 증가를 주도
- 지역별로는 중국(420GW), 미국(50GW), EU(60GW), 인도(30GW) 등 주요 경제권역에서 인센티브 정책 및 시장 수요에 따라 설비 확대가 이루어졌으며, 총 700GW의 신규 재생에너지 설비 중 태양광이 약 80%를 차지

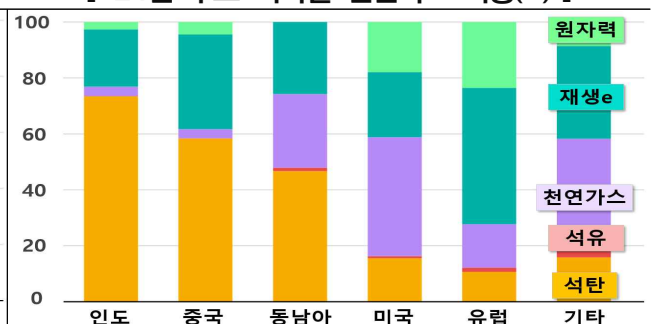
□ [원자력] 발전량은 전년 대비 약 4% 증가(+100TWh)하여, 최근 30년 사이 5번째로 큰 증가 폭을 기록

- 7GW 규모의 신규 설비가 가동을 시작했으며, 9기의 원전이 신규로 착공(전년 대비 50% 증가)했는데, 이들 모두 중국과 러시아의 설계를 기반으로 함

『연도별 글로벌 발전량 증가분 중 재생e+원전 비중(%)』



『'24년 주요 지역별 전원믹스 비중(%)』



3 전력 수요 및 공급

1. 전력 수요

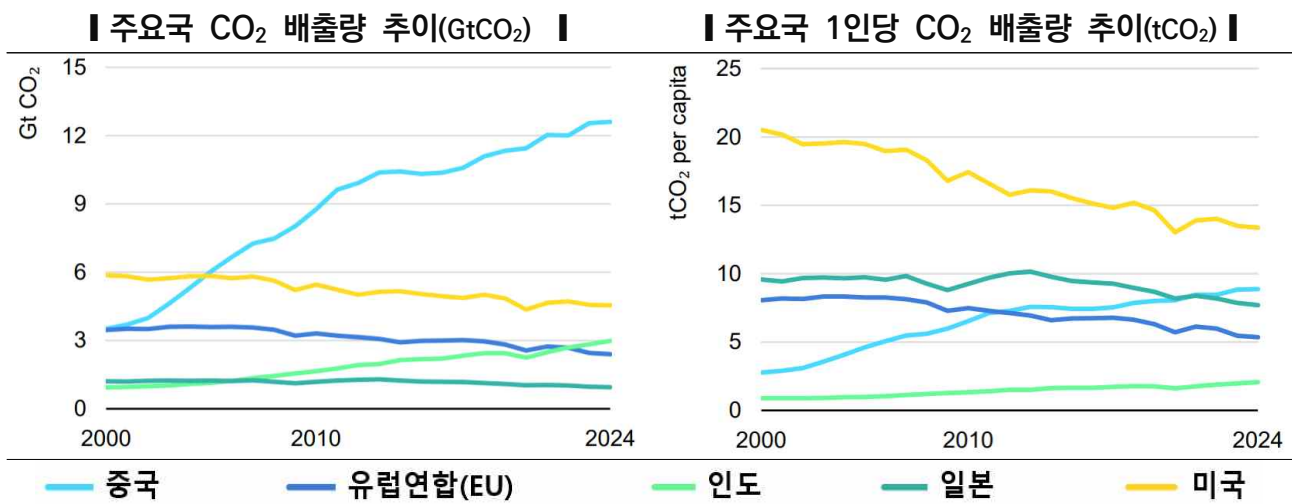
- 2024년 전 세계 전력 수요는 전년 대비 4.3% 증가(+1,080TWh)하여 지난 10년 평균 증가율 2.7%를 크게 상회했으며, 전력 소비량은 사상 최대치를 기록
 - 전력 수요는 기존 산업·건물 부문 외에도 데이터센터, 전기차 등 디지털·전동화 기반 신규 수요원이 주요 수요처로 편입되는 구조적 전환이 진행 중
 - 건물 부문은 냉방 및 데이터센터 부하 증가로 전체 전력 수요 증가의 60%를 차지
 - 운송 부문의 전력 수요는 전기차 보급 확대*에 따라 전년 대비 8% 이상 증가
- * '24년 글로벌 전기차 판매량은 1,700만 대를 초과, 당해 전체 신규 판매 차량의 20% 이상을 차지
- 개도국은 수요의 양적 확대가, 선진국은 수요의 질적 전환이 두드러지게 나타남
 - 중국, 인도, 동남아 등 개도국의 전력 수요 증가는 총 전력 수요 증가의 80% 이상을 차지
 - 미국과 EU의 전력 수요는 데이터센터와 전기차 중심의 '질적 수요 전환'이 특징으로, 미국의 경우 냉방부하 외에 AI 기반의 데이터센터가 전력 수요 증가를 견인함

2. 전력 공급

- 2024년 전 세계 발전량은 31,153TWh로 전년 대비 4.2% 증가(1,256TWh↑)했으며, 전체 증가분의 약 80% 이상이 재생에너지와 원자력 등 무탄소 전원에서 발생
 - 태양광(+480TWh), 풍력(+180TWh), 수력(+190TWh), 원자력(+101TWh) 등 무탄소 전원의 연간 발전량은 1,019TWh 증가
 - 화석연료의 연간 발전량은 237TWh 증가 (석탄(+90TWh), 가스(+170TWh), 석유(-24TWh))
- 전원믹스의 구조적 전환이 본격화되면서 유럽과 미국의 일부 지역에서 무탄소 전원의 발전량이 화석연료 발전량을 초과하였으며, 신흥국에서도 재생에너지 비중이 증가 중
 - EU에서 태양광+풍력의 발전량 비중(약 22%)이 처음으로 석탄+가스 비중(약 20%)을 넘어섬
 - 미국에서는 태양광+풍력의 발전량이 석탄 발전량을 넘어섰으며, 전체 발전량에서 무탄소 전원이 차지하는 비중이 약 41%(재생에너지 23%, 원자력 18%)를 초과함
 - 중국의 경우 여전히 석탄 발전량의 비중이 약 60%에 달하나 태양광과 풍력의 발전량 비중이 20%에 근접하였으며, 인도에서도 전체 재생에너지 발전량 비중이 20% 수준 까지 확대됨

4 에너지 부문의 탄소배출

- 2024년 전 세계 에너지 부문의 탄소 배출량은 냉방 수요 증가로 전년 대비 0.8% 늘어나 사상 최고치(37.8GtCO₂)를 기록
 - 2024년은 기록적인 더위가 발생한 해로 만약 폭염이 없었다면 탄소 배출량 증가분의 약 절반가량이 억제될 수 있었을 것으로 분석됨
- 그러나 산업 구조 변화, 청정에너지 확산, 전기화 가속에 따른 탄소배출 트렌드의 변화로 경제성장을 대비 탄소 배출량 증가 추세는 둔화됨
 - 2024년 에너지 부문 탄소배출 증가율(+0.8%)은 세계 GDP 증가율(+3.2%)에 비해 낮음
- 2024년 전 세계 탄소배출 증가분(296MtCO₂)의 대부분은 신흥국에서 발생하였으며, 선진국들은 재생에너지 확대의 영향으로 배출량 감소
 - 신흥국의 경우 발전용 석탄 수요 증가와 제조설비 가동 증가가 탄소배출 증가의 주요 요인이며, 중국과 인도가 전 세계 탄소 배출량 증가의 약 70%를 차지함
 - 선진국에서는 태양광과 풍력 발전량이 증가하면서 탄소 배출량이 1.1% 감소함
 - 특히 EU에서는 화석연료 발전량 비중이 28% 이하로 하락하면서, 발전 부분의 탄소 배출량은 전년 대비 10% 이상 감소함



작성자 : 한전 경영연구원 김주한 선임연구원

Research Activities Ⅱ : 유럽의 하계 에너지 빈곤 대응 제도 및 정책

자료 Framing Summer Energy Poverty (European Commission, 2025.1)

1 하계 에너지 빈곤 개요

□ [정의] EU는 하계 에너지 빈곤에 대해 별도로 정의하지는 않고 있으나, ‘에너지 효율지침(EU/2023/1791)’에서 냉방 관련 내용을 포함한 에너지 빈곤을 정의

- 일반적으로 여름철 적정 실내 온도를 유지하는 데 필요한 에너지를 감당하기 어려운 상태를 의미

EU 에너지효율지침 제2조의 에너지 빈곤 정의

“난방, 온수, 냉방, 조명 및 가전제품에 대한 전력 등과 같은 기본적인 적절한 생활 수준 및 건강을 제공하는 필수 에너지 서비스에 접근할 수 없는 상태”

□ [원인] 저품질 주택, 비효율적 건축 기준, 열악한 주거환경, 기후변화, 불충분한 에너지 인프라 등의 요인이 복합적으로 맞물려 발생함

- (주택) 저소득층일수록 여름철에 과열되는 주택에 거주할 가능성이 더 높으며, 에너지 효율이 낮은 이동식 에어컨에 의존하게 되면서 더 많은 에너지 비용이 발생함
- (건축기준) 유럽 주택의 약 75%가 현대적 열 기준이 마련되기 이전에 건설되었으며, 일부 도시에서는 열 차단을 위한 셔터, 블라인드 등의 설치를 금지하고 있기도 함
- (주거환경) 저소득층은 녹지 공간이 부족한 도시 내 열섬 지역에 거주하는 경우가 많으며, 에어컨 사용이 증가할수록 실외 온도를 상승시켜 도시 열섬 현상이 악화됨
- (기후변화) 냉방이 필요한 일수를 나타내는 냉방도일이 1979년 37일에서 2022년 140일로 약 3.8배 증가했으며, 2100년까지 폭염일수가 2배로 증가할 것으로 예상됨
- (에너지인프라) 에어컨 사용으로 인한 전력수요 증가는 전력망 과부하로 이어지며, 폭염으로 인한 정전 시 특히 취약계층일수록 건강 위험성이 크다는 연구 결과도 존재함

2 하계 에너지 빈곤 측정 지표

□ [기존지표] EU는 2020년 10월 에너지 빈곤의 정의, 측정, 해결에 대한 지침을 담은 권고안(EU/2020/1563)에 13가지 핵심 지표를 제시하고, 2023년 10월 권고안(EU/2023/2407)을 통해 업데이트했으나, 하계 에너지 빈곤에 특화된 지표는 부재

- 두 권고안의 지표는 ① 소득 대비 에너지에 대한 지출 비중, ② 적절한 에너지 서비스 (예: 실내 온도 등)의 경제성, ③ 실내 온도 등 물리적 변수의 직접 측정 결과, ④ 공과금 체납, 열악한 주거환경 등 간접적인 요인을 평가하는 4개 그룹으로 구성됨
- 두 권고안 모두 가구의 에너지에 대한 지출, 에너지 효율 등 일반적인 항목을 제외하면 겨울철 난방에 관한 내용이 중심이며, 여름철 냉방에 특화된 지표는 미포함

□ [대리지표] 하계 에너지 빈곤과 관련된 직접적인 데이터가 없는 경우 사망률, 전력 소비 등을 평가해 대리지표로 대체 가능

- 폭염에 대한 취약성을 간접적으로 측정하기 위해 여름철 초과 사망률*을 참고
- * 초과 사망률 : 특정 기간 또는 집단의 사망률이 기준이 되는 기간이나 집단의 통계적 추세와 비교하여 증가한 정도를 측정한 값
- 냉방에 과도한 에너지 부담을 겪는 지역을 파악하기 위해 계통 운영자 또는 유틸리티가 보유한 여름철 성수기의 전력 소비 패턴 분석 결과를 활용할 수 있음

□ [기타] 냉방 인프라 확충, 주택 품질 및 거주지 인근 환경 개선, 보건 대책 마련 등 정부의 효과적인 정책 수립을 위해 다차원적인 복합지표도 활용 가능

- 국제기구가 권장한 여름철 적정 실내 온도*를 유지하기 위한 능동적 냉방 옵션(에어컨 등)은 물론, 환기, 차양 및 단열과 같은 수동적 냉방 옵션의 가용성에 대한 지표도 사용 가능
- * 국제보건기구(WHO)는 여름철 적정 실내 온도를 27°C로 제시함
- 가구가 도시 열섬 현상에 노출되는 정도와 폭염을 피할 수 있는 능력을 파악하기 위해 공원, 수목 덮개, 녹지 공간 등 환경 조건을 지표로 활용할 수 있음
- 하계 에너지 빈곤의 건강에 대한 영향을 파악하고, 공중 보건 대책을 마련하기 위해 폭염 기간 중 입원과 같은 열 관련 건강 결과를 추적

Ⅰ 하계 에너지 빈곤 대응을 위해 활용 가능한 주요 지표* Ⅰ

범 주	사 례
직접 측정	▶ 실내를 적정 온도(27°C) 이하로 유지하기 힘든 가구의 비율
대리지표	▶ 폭염 기간 중 초과 사망률 ▶ 여름철 최대부하 등 전력 소비 패턴
주택 및 인프라	▶ 단열 성능이 떨어지거나, 불충분한 냉방 시스템을 갖춘 가구의 비율 ▶ 수동적 냉방에 대한 접근성 (예: 환기, 그늘, 녹지 등)
사회·경제 및 환경	▶ 도시 내 열섬에 거주하는 인구의 비율 ▶ 여름철에 소득 대비 에너지에 지출하는 비중 ▶ 공공 냉방 시설 및 녹지 공간에 대한 접근성

* 일부 지표의 데이터는 EU 차원에서 이미 수집되고 있으나, 아직 추가가 필요한 것들도 있음

3 EU의 하계 에너지 빈곤 관련 제도

- EU는 최근 에너지정책에서 하계 에너지 빈곤의 중요성을 인식하고, 이를 해결하기 위해 다양한 제도를 시행 중
- [에너지효율지침(EED)] 주로 겨울철 난방 문제에 초점을 맞추고 있으나, 기온 상승에 대응하여 냉방을 필수적인 에너지 서비스로 인정하는 조항을 포함
 - 냉방 서비스를 저렴하게 이용할 수 있어야 한다는 점을 강조하며, 취약계층이 거주하는 주택을 대상으로 에너지 효율 프로젝트를 지원하기 위한 근거 제시
- [건물에너지성능지침(EPBD)] 냉방에 관한 조항을 포함하여 건물의 에너지 효율 향상을 위한 구체적인 기준을 제시
 - 여름철 건물의 열 성능 향상 전략에 우선순위를 두어야 한다고 명시하고 있으며, 특히 에너지 효율성이 높은 에어컨과 더불어 수동적 냉방 옵션 개발을 장려하고 있음

Ⅱ EPBD의 하계 에너지 빈곤 대응 관련 주요 항목 및 내용 Ⅱ

항 목	내 용
실내 환경 질(IEQ)	▶ 냉방 시스템이 실내 환경 조건에 긍정적인 영향을 미치도록 실내 공기 질에 대한 최소 기준을 마련하여 거주자의 건강과 편안함 개선
에너지 성능 인증서(EPC) 및 리노베이션 패스포트	▶ (EPC) 에너지 효율이 낮은 건물을 파악하고, 냉방 시스템 등 에너지 성능과 실내 환경 질 개선 및 온실가스 배출 감축을 위한 권장 사항 제공 ▶ (리노베이션 패스포트) 건물 리노베이션 촉진을 위해 건물의 리노베이션 이력, 필요한 추가 리노베이션 항목 등의 정보 제공
최소 에너지 성능 기준 (MEPS)	▶ 건물의 에너지 성능을 종합적으로 개선하는 것을 목표로 하며, 성능이 저조한 건물의 경우 비효율적인 냉방 시스템 현대화를 통해 최신 효율 요건을 충족하도록 권장
원스톱샵	▶ 취약계층을 위한 에너지 리노베이션 솔루션을 제공하여 취약 가구의 에너지 효율 개선 문제 해결을 지원
포괄적 정책 설계	▶ 회원국이 기후변화 대응 조치 등을 포함하는 지침과 교육을 제공해야 하며, 국가 건물 개조 계획 수립 시 시민사회 단체 및 취약계층 지원 단체와 협의해야 한다는 내용을 포함

- [에너지효율의무제도(EEOS)] 에너지 유통·판매업체가 냉방 시스템 업그레이드를 포함한 효율 개선 조치를 통해 에너지 절감을 이행하도록 의무화

Ⅱ EEOS의 하계 에너지 빈곤 대응 관련 주요 항목 및 내용 Ⅱ

항 목	내 용
지역 냉난방 계획	▶ 인구 45,000명 이상의 지자체는 서비스 탈탄소화를 위해 지역 냉·난방 계획을 수립하도록 요구
냉방 장치에 대한 최소 에너지 성능 기준	▶ 신규 설치되는 냉방 장치에 대해 '최소 에너지 성능 기준(MEPS)'을 적용하여 탄소배출과 에너지 소비 감축을 유도
에코디자인 규정	▶ 시장에 출시되는 냉방 제품이 에너지 효율성과 기후 적합성을 고려하여 설계되어야 함을 명시

- [사회 기후기금(SCF)] EU의 에너지 빈곤 대응을 위한 핵심 재정 메커니즘*으로 취약계층의 냉방 접근성을 지원함

* 이 외에도 '유럽지역개발기금(ERDF)', '현대화 기금' 등과 같은 다른 EU 기금도 에너지 효율 개선 및 인프라 개선을 통해 하계 에너지 빈곤 문제에 기여 가능

- 주거용 건물의 에너지 효율 개선 및 탈탄소화에 대한 투자 촉진을 규정하고 있으며, 취약가구의 에너지 비용 절감에 도움을 줄 수 있는 단열 성능 개선, 재생에너지를 이용한 냉·난방 기술 등이 투자 대상에 포함됨
- [기타] EU는 다양한 프로젝트를 통해 하계 에너지 빈곤 및 관련 문제들에 회원국들이 공동으로 대응할 수 있도록 지원 중

Ⅱ EU의 하계 에너지 빈곤 대응 관련 주요 프로젝트 Ⅱ

프로젝트명	내 용
CoolToRise	▶ 하계 에너지 빈곤 공동 대응을 위한 방법론 도출 및 해결 목표 정의, 취약계층을 도울 담당자 교육 등
CoolLIFE	▶ 지속가능한 냉방 솔루션 개발, 시민의 인식 및 행동 변화 유도
EmpowerMed	▶ 여름철 지중해 지역의 취약계층 보호(특히 여성의 에너지 빈곤 완화와 건강 증진에 중점을 둠)
LifeSUPERHERO 및 WATERCOOL	▶ 지붕 및 수자원 관리 분야에 혁신적인 솔루션을 도입하여 수동적 냉방을 장려하고 도시 열 감소에 기여
EARLY-ADAPT	▶ 폭염 사망 위험을 예측하여 공중 보건 대응 능력 강화

4 EU 국가별 하계 에너지 빈곤 대응 정책

- 아직 대부분의 EU 회원국은 동계 에너지 빈곤 문제 해결에 비해 하계 에너지 빈곤 문제를 비중 있게 다루고 있지는 않음
 - EU의 각 회원국은 2030년까지 기후 및 에너지 목표 달성 전략을 담은 ‘국가 에너지 및 기후 계획(NECP)’을 수립했으나, 대부분 국가에서 하계 에너지 빈곤 관련 조항은 미포함
- 그러나 기후변화로 여름철 더위가 극심해지고 하계 에너지 빈곤이 심각한 문제로 떠오르면서 남부 유럽 국가들을 중심으로 대응책을 마련하는 추세

Ⅰ EU 국가별 하계 에너지 빈곤 관련 주요 정책 Ⅰ

국가	정책 내용
이탈리아	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국가 에너지 및 기후 계획(2019)에 냉·난방 비용 경감을 위한 보조금 포함 ▶ 사회적 가스 바우처는 거주지역의 기후 및 사용량에 따라 요금 할인 혜택 제공
스페인	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 에너지 빈곤 대응 국가 전략(2019)은 세계보건기구(WHO) 지침을 참고하여 폭염으로 인한 질병 및 심혈관계 사망 위험 증가에 대비 ▶ 3개 자치구에서 가정용 에어컨 교체를 위한 재정을 지원
그리스	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2024년 여름 취약계층을 대상으로 변동 요금제에 추가 보조금 지급
프랑스	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2024년 국가 기후 적응 계획(PNACC 3)에 근거해 환기 개선, 태양광 차단, 히트펌프 및 블라인드 설치 등과 같은 냉방 조치에 자금 지원 ▶ 신축 건물에 대한 여름철 쾌적함 기준을 마련하여 주택의 기후 회복력 향상 도모
포르투갈	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 에너지 빈곤 문제를 이해하기 위해 지역적 취약성, 지역별 부의 영향 요인, 건물 품질, 기후를 평가하는 에너지 빈곤 취약성 지수(EPVI)를 개발 ▶ ‘EU 회복 및 복원력 기금’을 활용하여 주택 개보수, 건물 단열 및 에너지 효율 개선 추진

작성자 : 한전 경영연구원 김범규 선임연구원

KEMRI 전력경제 Review 2025년 5월호 (Vol.315)

발행일 2025. 6. 20.

발행인 원장 강민석

편집인 경영연구원 편집위원회
 편 집 장 책임연구원 원동규(☎국선 : 02-3456-5490 / 사선 : 021-5490)
 편집위원 선임연구원 김범규(☎국선 : 02-3456-5491 / 사선 : 021-5491)

홈페이지 www.kepco.co.kr/KEMRI

문의처 경영연구원 연구기획팀(☎국선 : 02-3456-5490~1 / 사선 : 021-5490~1)

※ 한국전력 경영연구원의 사전 동의 없이 본 보고서의 내용을 무단 전재하거나 제 3자에게 배포하는 것을 금합니다.