

HK ESG Strategy

메가 프로젝트와 ESG, 현실적 전력공급전략

ESG 투자전략

이영원

02) 739-5848

youngwon@heungkuksec.co.kr



Executive Summary

메가 프로젝트와 전력 수요

6월 대한민국 대도약 3대 메가 프로젝트가 발표되었음. 전세계 경제의 구조를 바꿀 AI산업의 성장에 한국의 실질적인 성장전략이 결합된 프로젝트로, 반도체, AI데이터센터, 피지컬AI의 3대 분야로 구성. 상상하기 어려운 대규모 투자를 통해 글로벌 AI성장을 주역으로 부상하려는 야심 찬 산업전략인 만큼, 필요한 인프라 구축에도 대대적인 투자가 불가피한 상황

특히 전력은 핵심적인 인프라 투자 대상이 되고 있음. 3대 프로젝트 모두 대규모 전력 소비를 동반하는 산업이기 때문. 특히 반도체 클러스터의 경우 Fab 당 1.4~1.5GW, 데이터 센터 역시 GW급 설비가 주력 투자 대상으로 부상하고 있음

메가 프로젝트의 추진에 필요한 전력 공급에는 1) 전력 Mix의 문제, 2) 송전망 구축의 문제, 3) 탄소배출 감축 목표와의 상충 문제를 해결해야 함

전력 Mix의 경우 재생에너지와 원자력 등 무탄소 에너지 중심의 설비 증설이 필요한 상황. 다만 원자력의 경우 현재 계획에 반영되어 있는 대형원전 2기(영덕)와 SMR(기장) 이외 추가 설치 부지 선정의 어려움과 메가프로젝트 계획기간 내 전력 공급이 가능할 공기 문제가 상존. 송전망 구축 문제는 전력 생산지와 대규모 전력 수요지역의 차이로 인해 발생하는 송전 수요와 주민수용성의 충돌 해소가 필요. 대규모 전력 공급을 추가하면서 동시에 탄소배출 감축 목표를 달성하는 상충된 목표의 조화도 핵심 과제

글로벌 전력공급의 새로운 주역으로 부상하고 있는 [태양광+BESS] 조합의 비중을 확대하는 것을 주력으로 하는 전력 공급 계획이 필요해 보임. 해남 솔라시도와 새만금 등 전력 생산과 수요를 함께 수용하는 클러스터 조성 등 다양한 시도가 필요한 상황

차례

1. 3대 메가 프로젝트 – p.4
2. 메가 프로젝트를 반영한 전력 수요 – p.6
3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안 – p.8
4. 메가 프로젝트와 탄소배출 – p.22
5. 메가프로젝트, 전력공급의 현실적 방안 모색 – p.24
6. 태양광+BESS – p.28

1. 3대 메가 프로젝트

대한민국 대도약 3대 메가 프로젝트

AI시대 핵심산업 육성

- 6월 29일 국민 보고회를 통해 발표
- 대규모 민간투자자와 정부의 인프라, 인허가 지원을 통해 반도체, 피지컬 AI, AI 데이터센터 3대 메가프로젝트 추진
- AI혁명은 생산 혁명(김용범 정책실장): 단순한 기술혁명이 아니라 산업구조를 넘어 거시경제의 균형을 바꾸는 생산혁명
- AI는 지식과 판단 자체를 새로운 생산수단으로 하는 생산혁명. 생산 체계를 조직하는 능력에서 국가간 차별화 진행될 것

	반도체	피지컬 AI	AI 데이터센터
정책목표	대체불가 K반도체 강국 도약	AI로봇 글로벌 3강, 피지컬 AI 글로벌 1강	아시아 최고수준 AI인프라 허브 구축
핵심 전략 및 추진 과제	3S + 1F 전략 - Speed(속도전) : 용인, 평택 반도체 클러스터 건설기간 단축, 5년 내 메모리 생산능력 2배 확대 - Stronghold(거점전) : 메모리팹 4기 구축, 충청권 패키징 허브, 동남권, 대경과 소부장 거점 조성 - Speedhead(선도전) : 차세대 메모리, 온디바이스 AI반도체, AI서버용 반도체, 국방 반도체 육성 - Full-support(총력지원) : 특별위원회, 혁신지원단 운영, 전력, 용수, 인허가 지원	3M전략 + 피지컬 AI 국가전략산업화 - M.AX. : AI 로봇을 제조현장에 확산, 산업별 특화 휴머노이드 개발, 연간 1천개 이상 현장 보급 - Master : 10대 업종 데이터 팩토리 구축, 한국형 로봇 파운데이션 모델 개발, 핵심부품(액츄에이터, 로봇 손, 센서) 육성 - Mass Production : 새만금 로봇 파운드리 구축, 부품 클러스터 조성, 대경권 로봇 생산. 실증 체계 구축	초대형 AIDC구축 + 전후방 산업육성 (1단계) 울산 5GW, 동해 2.4GW, 세종 1GW 등 총 8.4GW 구축 (2단계) SK중심으로 2035년까지 1단계 추진한 AIDC(5GW)를 15GW 확장 - NPU, 서버, 스토리지, 네트워크, 클라우드, 전력·냉각 솔루션 등 전후방 산업 육성 - AIDC 특화 클러스터, 테스트베드, 실증센터 구축 - AI데이터센터 수출 주력산업으로 육성
지역 전략	용인·평택, 서남권, 충청권 동남권·대경권	새만금, 대경권 양대 축	울산-동해-세종 중심

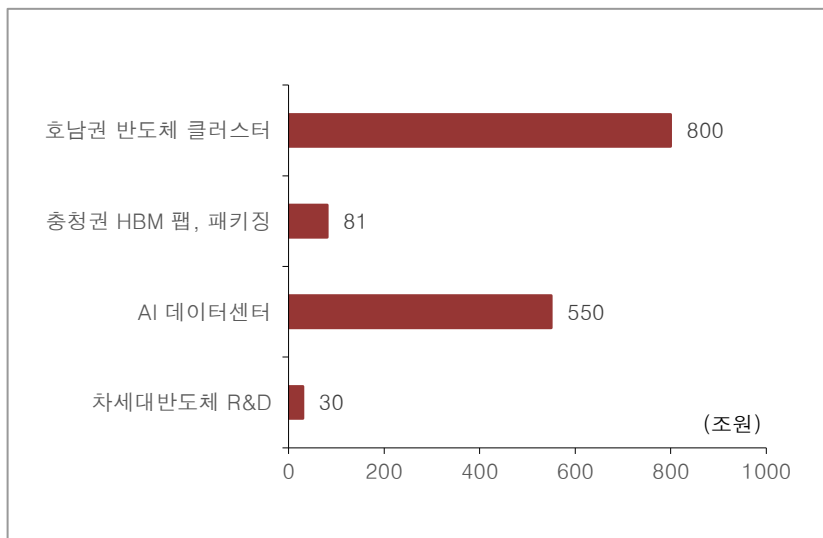
1. 3대 메가 프로젝트

대한민국 대도약 3대 메가 프로젝트

정부 발표규모는 1,461조원, 기업 발표규모는 4,755조원

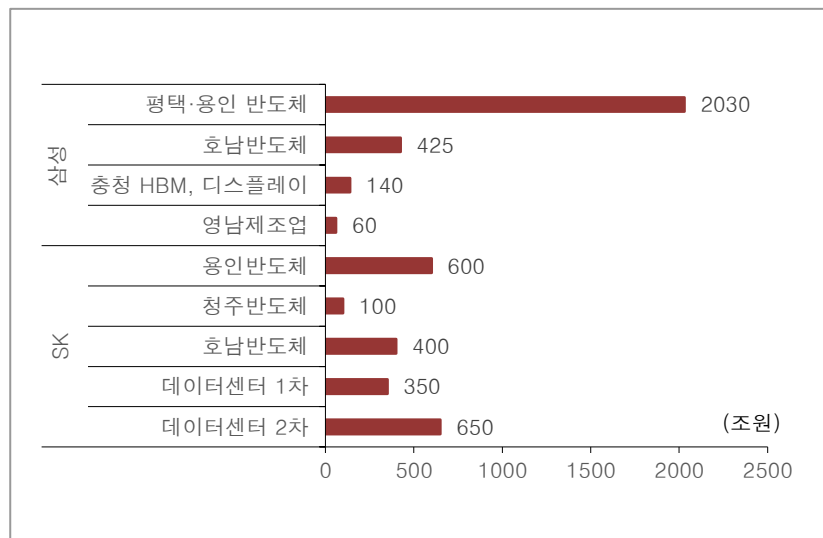
- 대한민국 대도약 3대 메가 프로젝트, 정부 발표규모와 기업 발표규모 상당한 차이 있음
- 정부 발표는 기존 투자 계획을 제외하고 신규 사업 확정 내역만 반영. 호남 반도체 클러스터 800(400+400)조원, 충청권 HBM 81조원, AI데이터센터 550조원(1차만 반영, 2029년까지), 차세대 반도체 R&D 30조원
- 기업 발표는 기 발표된 투자계획 포함(삼성의 평택, 용인 반도체 클러스터 투자, SK하이닉스의 용인 반도체 클러스터 투자 등)
- SK그룹의 데이터센터 투자는 2차 10GW까지 포함(2035년 까지)
- 반도체 클러스터는 신규 팹 1기당 200조원, 데이터센터는 1GW당 65~70조원 규모의 투자를 예정

3대 메가 프로젝트 투자규모 - 정부 발표



자료: 홍국증권 리서치센터

3대 메가 프로젝트 투자규모 - 기업 발표



자료: 홍국증권 리서치센터

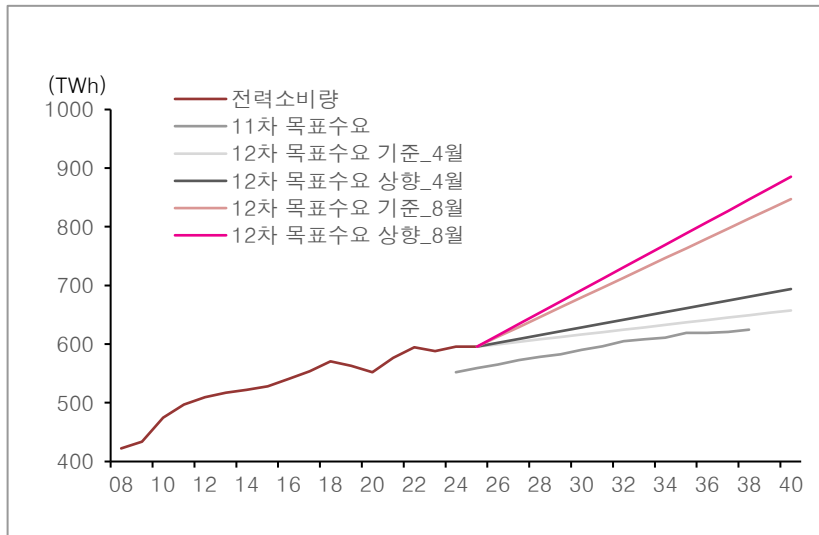
2. 메가 프로젝트를 반영한 전력 수요

12차 전력수급 기본계획 전력수요의 상향

메가 프로젝트를 반영한 전력 수요 전망의 수정

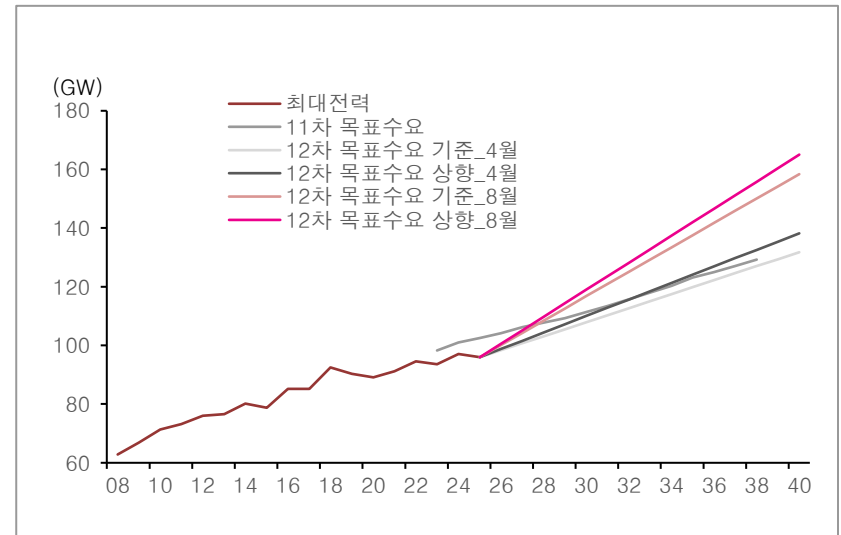
- 최대 전력 기준 전력 소비량은 2025년말 95.9GW
- 11차 전력수급기본계획에서는 2038년 목표 수요를 129.3GW로 설정. 12차 전력수급기본계획 수요 전망과정에서 4월 전망에는 131.8GW~138.2GW로 설정
- 그러나 이후 메가 프로젝트가 발표되며 막대한 전력 수요 요인 추가. 8월 전력 수요전망을 수정. 158.4GW~165GW로 상향
- 2025년말 전력 소비량 대비 최대 69.1GW 증가, 기존 전력소비량 대비 72% 증가한 수준

메가 프로젝트를 반영한 전력 소비량 전망 수정



자료:전기본수립 총괄위원회, 흥국증권 리서치센터

메가 프로젝트를 반영한 최대 전력 전망 수정



자료: 전기본수립 총괄위원회, 흥국증권 리서치센터

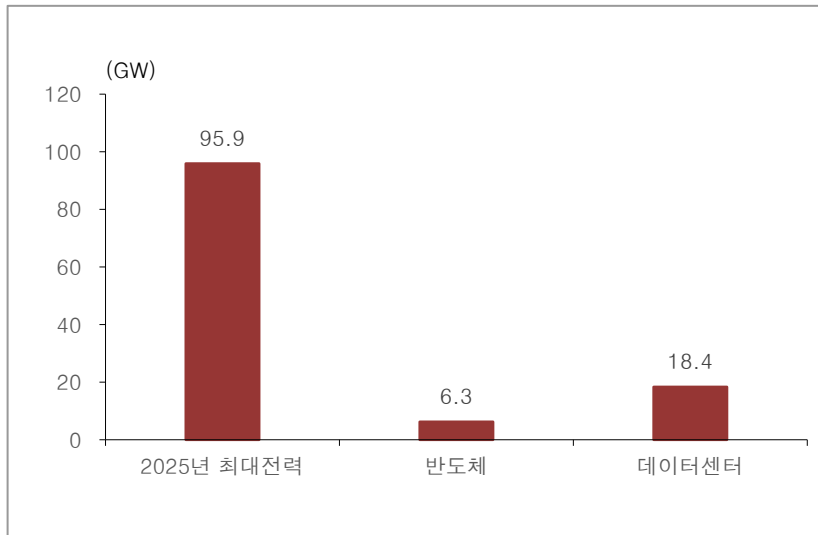
2. 메가 프로젝트를 반영한 전력 수요

메가 프로젝트와 전력 수요 전망

메가 프로젝트의 영향

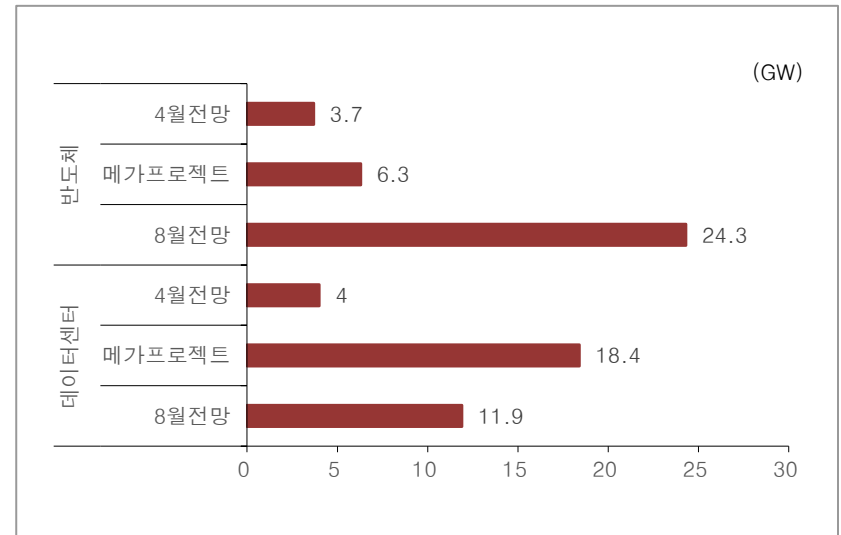
- 메가 프로젝트 발표 당시 신규 투자계획으로 발표된 반도체 6.3GW, 데이터센터 18.4GW는 2025년 최대 전력 95.9GW의 각각 6.6%, 19.2%에 달하는 막대한 규모
- 실제 전력 수요 전망에 반영될 때에는 상향 시나리오 기준으로 반도체 24.3GW, 데이터센터는 11.9GW가 반영됨
- 반도체의 경우 서남권 신규투자 프로젝트 뿐 아니라 최종 완공 시점이 앞당겨진 용인 국가 산업단지(삼성, 6개 Fab), 일반 산업단지(SK, 4개 Fab)에 공급될 예정인 전력도 함께 반영
- 데이터센터의 경우 2035년까지 18.4GW 투자에서 소폭 조정된 11.9GW로 전망

2025 하계 최대전력과 메가프로젝트 전력 수요 비교



자료: 홍콩증권 리서치센터

메가 프로젝트와 12차 전기분 추가수요 전망의 변화



자료: 홍콩증권 리서치센터

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

삼성전자, SK하이닉스 반도체 투자 계획

AI성장의 병목 메모리 반도체 공급

- 2025년말 삼성전자의 생산능력은 웨이퍼 65만장/월, SK하이닉스는 55만장/월. 2026년말 각각 75만장, 63만장까지 확장 예상
- 신규 투자계획 기존에 비해 삼성전자 7년 단축(2040년), SK하이닉스 12년 단축(2033년), 서남권 신규 팹 투자로 구성
- 정부의 메가 프로젝트 계획에 따르면 장기 계획 뿐 아니라 단기적으로 5년내 수도권 팹 조기완공으로 생산능력 두 배 확충을 목표
- 2040년까지 반도체의 신규전력 수요는 호남 팹 6.3GW 뿐 아니라 용인 산업단지 조기 가동에 필요한 모든 전력 포함 24.3GW
- 전력 수요는 신규 팹 당 1.4~1.5GW정도로 반영

삼성전자, SK하이닉스의 Fab 가동 일정 예상

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
삼성전자	월 65만장 P4 잔여 10만장	월 75만장 P5 팹1 30만장 P5 팹2 30만장	월 105만장 월 135만장	P6 용인 국가산업단지 팹1	용인 국가산업단지 팹2	용인 국가산업단지 팹3	용인 국가산업단지 팹4	용인 국가산업단지 팹5	용인국가산업단지 팹6								
				서남권 팹 1	서남권 팹 2												
SK하이닉스	월 55만장 M15X 추가 8만장	63만장 용인 일반산업단지 팹 1	용인 일반산업단지 팹 2	용인 일반산업단지 팹 3	용인 일반산업단지 팹 4												
			청주 HBM 서남권 팹 1	서남권 팹 2													

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

용인 산업단지 전력 공급계획

기존 계획의 조기 집행

- 기존 계획: 단기적으로 2036년까지 필요한 3GW 설비는 LNG발전소로 충당. 노후석탄 대체 LNG발전소 중 3기(30년 당진화력, 31년 하동화력, 32년 태안화력)를 용인산단 내로 이동. 2037년 이후 7GW 설비는 장거리 송전선로 건설로 대응. 기존 영동권, 호남권의 원자력 설비+신재생에너지 설비를 활용
- 조기 집행: LNG발전소, 2030년까지 공급
- 송전선로: 2036년까지 기존 송전선로 용량 증설, 장거리 송전선로 완공 2042년
- 기존계획의 장거리 송전선로 건설 2053년 완공계획을 11년 앞당길 예정

용인 반도체 특화단지 전력공급계획



자료: 산업통상자원부, 한국증권 리서치센터

장거리 송전선로 건설 계획

구분	예상 경과구간	규모	비고
횡축망	횡축망1. 평창 → 원주 → 용인	179km	345kV AC
	횡축망2. 영주 → 청주 → 용인	241km	
종축망	종축망1. 임실 → 계룡 → 천안 → 용인	309km	500kV HVDC
	종축망2-1, 해남 → 태안 → 용인	383km	
	종축망2-2. 군산 → 태안 → 용인	285km	

자료: 산업통상자원부, 한국증권 리서치센터

전력망 확충을 위한 대책

99개 국가기간망 사업, 15개 예타 면제

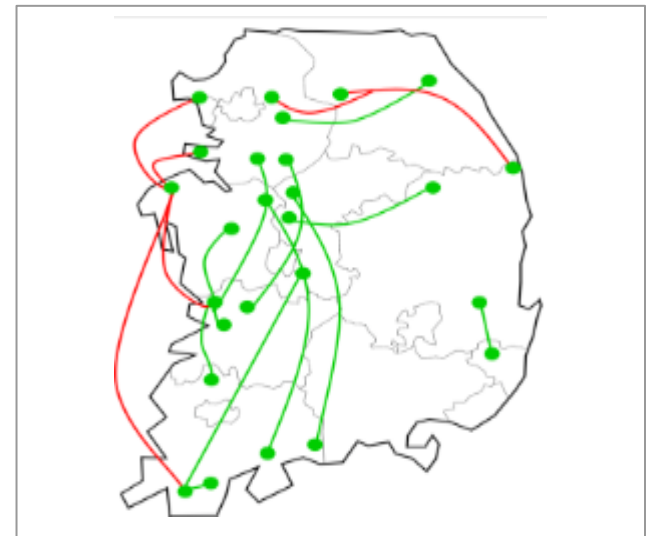
- 신속한 송전망 구축을 위해 2025년 10월 전력망확충위원회 개최, 99개 송전망 사업에 대해 국가기간망 사업으로 지정
- 99개 국가기간망 사업가운데 예타 대상 32개 사업 예타 면제 추진, 15개 사업 예타 면제 확정(머니투데이 단독보도)
- 15개 예타 면제 사업은 4개 초고압 직류송전, 4개 교류 송전 , 6개 변환소(변전소) 사업
- 예타 면제를 통해 18개월의 사업기간 단축 가능

예타 면제 대상에 선정된 국가기간망 사업

노선	길이	사업비
신해남-서인천 HVDC	350km	1조 9천억원
신해남-당진화력 HVDC	290km	1조 5천억원
새만금-서화성 HVDC	220km	1조 2천억원
새만금-영흥화력 HVDC	210km	1조 2천억원
신평택-고덕, 신해남-신강진, 신대산-당진 AC	15km, 27km, 15.1km	5개 사업 포함
새만금 변환소, 신해남 변전소	총 6개소	1조 6천억원

자료: 머니투데이 홍콩증권 리서치센터

국가 기간망 사업 지도



자료: 머니투데이, 홍콩증권 리서치센터

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

난항을 겪고 있는 송전망 확충

대규모 증설이 필요한 상황이나, 증설 정체 심화

- 메가프로젝트 전력공급은 신규 발전원의 설치보다 송전망 확충에서 더 큰 어려움에 봉착할 가능성 높음
- 신규 송전선로가 대규모로 필요한 상황임에도 불구하고 현재 계획의 이행에도 차질. 지연/지연 예상 송전선로 비율이 50%에 육박
- 수도권으로 향하는 대부분의 송전선로 지연 발생. 동해안에서 수도권(동서울)로 향하는 송전선로 1단계는 6년 10개월 지연, 2단계는 8년 지연. 최종 변전소인 동서울 변환소 역시 착공 불가 상태 지속
- 당진-신송산 등 서남권 전력의 수도권 송전망 역시 7년 6개월 지연 중
- 예타 면제 사업으로 지정될 경우에도 민원 문제 발생할 경우 본 사업 지연 가능성 있음

송전선로 건설계획 대비 지연현황

구분	총 사업수	정상	지연	지연 예상	지연, 지연예상 비율
송전선로	29	14	4	10	48%
변전소·변환소	25	8	14	2	64%
합계	54	22	18	12	55%

자료:한국전력, 박정의원실, 흥국증권 리서치센터

주요 송·변전 사업 지연 현황

구분	사업명	현 준공목표	지연기간
송전선로	동해안#1-신가평	2026.10월	6년 10개월
	동해안#2-동서울	2027.12월	8년
	동두천C/C-양주	2026.10월	7년 6개월
	당진T/P-신송산	2028.12월	7년 6개월
변전(환)소	신평창	2028.10월	11년 10개월
	동해안#1, 신가평 C/S	2026.10월	6년 10개월
	동해안#2, 동서울 C/S	2027.12월	8년

주:2025년 11월 기준
자료: 이데일리, 흥국증권 리서치센터

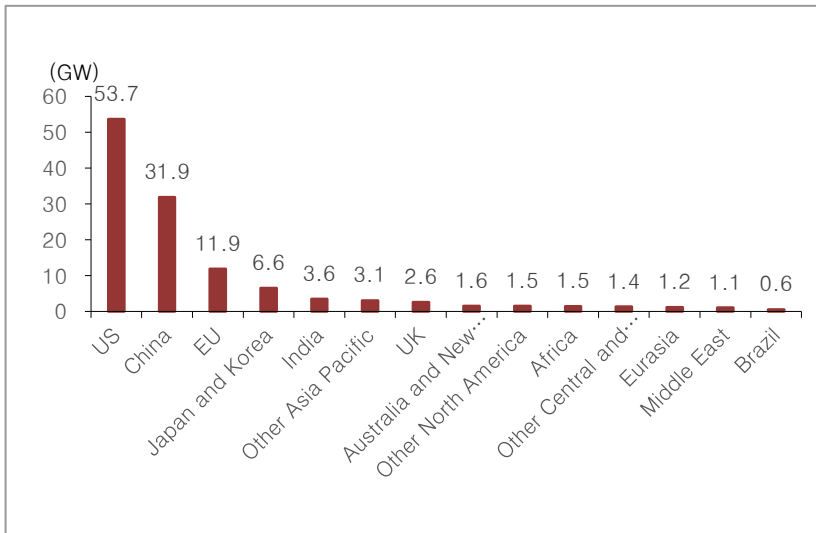
3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

AI 데이터센터 투자 계획

1차 8.4GW, 2차 18.4GW

- AI데이터센터는 SK 주도로 투자 진행될 예정. 1차 8.4GW는 SK 5GW, GS 2.4GW, 네이버 1GW. 2028년 착공, 2029년부터 단계적 가동 진입. 2차 계획은 SK의 10GW. 2035년까지 투자 예정
- 현재 국내 데이터센터는 총 161개, 2.57GW(2025년 기준)
- 1GW 급 데이터센터는 30만평 부지, 엔비디아 GPU기준 40~47만장 필요. 메가 프로젝트 상 1GW당 65~70조원 반영
- 전력 공급과 부지 확보 등을 감안해 전국에 고른 투자 진행될 예정. 1차 투자 대상 지역은 울산, 동해, 세종 등
- 12차 전력수급기본계획 전력수요 전망에는 데이터센터 전력 수요 축소 예상. 2040년까지 11.6GW 반영

2024년 세계 지역별 AI 데이터센터 현황



자료: IEA, 영국중권 리서치센터

AI데이터센터 투자 계획(1차)



자료: 영국중권 리서치센터

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

민간 석탄발전소와 동해안 데이터센터

석탄발전 가동률 문제

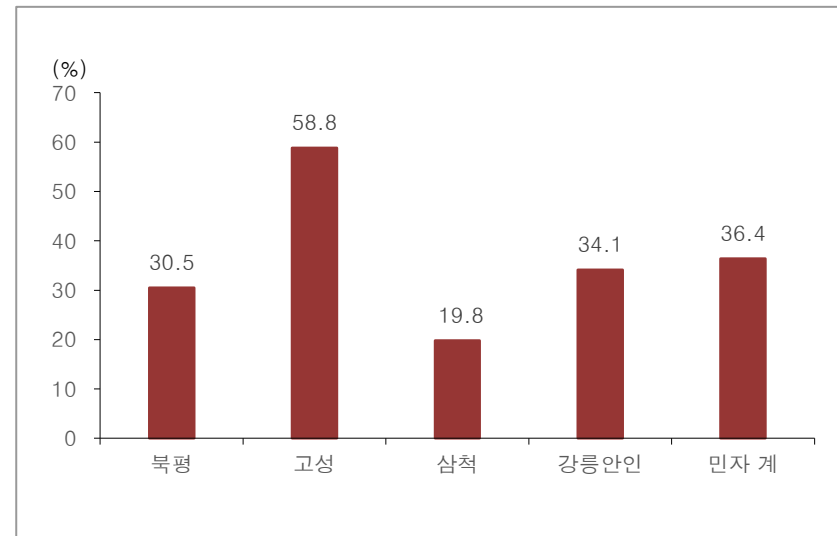
- 11차 전력수급기본계획상 석탄발전은 2023년 38.7GW(32.7%)에서 2038년 21.8GW(13.8%)로 대폭 감소할 것으로 계획
- 그러나 GS의 북평 데이터센터 2.4GW 등 메가프로젝트에 포함된 동해안 데이터센터는 기존 화력발전의 활용을 전제로 하고 있음
- 현재 동해안에는 북평, 고성, 삼척, 강릉안인 등 4 곳의 대규모 민간 화력발전소가 가동중임. 그러나 수도권으로의 송전 제약(동해안 - 동서울 송전선)으로 인해 이용률이 크게 하락한 상황. 2018년 84.8%에 달했던 민간 화력발전소의 이용률은 2025년 36.4%까지 하락한 상황
- 데이터센터와 연계된 민간 화력 발전소의 이용률 제고는 탄소배출 관리의 어려움을 가중시킬 전망

민간 화력발전소 이용률 추이



자료:한국전력, 흥국증권 리서치센터

2025년 민간화력발전소 이용률



자료: 한국전력, 흥국증권 리서치센터

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

데이터센터 설치에 대한 저항

미국, 대규모 데이터센터 설치 규제 증가

- 데이터센터 가동에 따른 소음 등 환경 민원 증가, 데이터센터 가동으로 인한 전력비용 상승, 전력 품질 저하 등으로 뉴욕 등 규제 본격화. 뉴욕주 환경인허가 1년 중단, 펜실베이니아 지방정부 승인 의무화, 용수, 전력비용 자체부담 의무화, 텍사스 전력망 연결 승인 보류, 시카고 신규 데이터센터 건립 금지
- 대형 데이터센터, 대규모 부지와 전력 사용 불가피. 현실적인 투자 대상지 물색에 어려움 가증될 전망

미국 주요 AI DC 현황

	Project Matador in Amarillo, Texas	Stargate Abilene	Meta's Richland Parish campus in Louisiana	Amazon's Project Rainier
전력용량	11GW	1.2GW0	2GW	2.2GW
면적	5800에이커 (710만평)		부지 2250에이커(275만평) 건물 400만ft2(11만평)	
전력시설	1GW 원자로 4기 천연가스터빈 태양광 발전	가스발전 360MW ERCOT망 1.2GW공급	Entergy's Geaux Zero 프로그램에서 1.5GW 재생에너지 공급	
설비		8개 건물 40만개 NVIDIA GB200 NVL72 GPU		엔트로픽 AI워크로드 전용 50만개 이상 AWS Trainium2 Chips
비고	첫 1GW 2026년말 최종 10년 소요	1단계 2025년 9월		

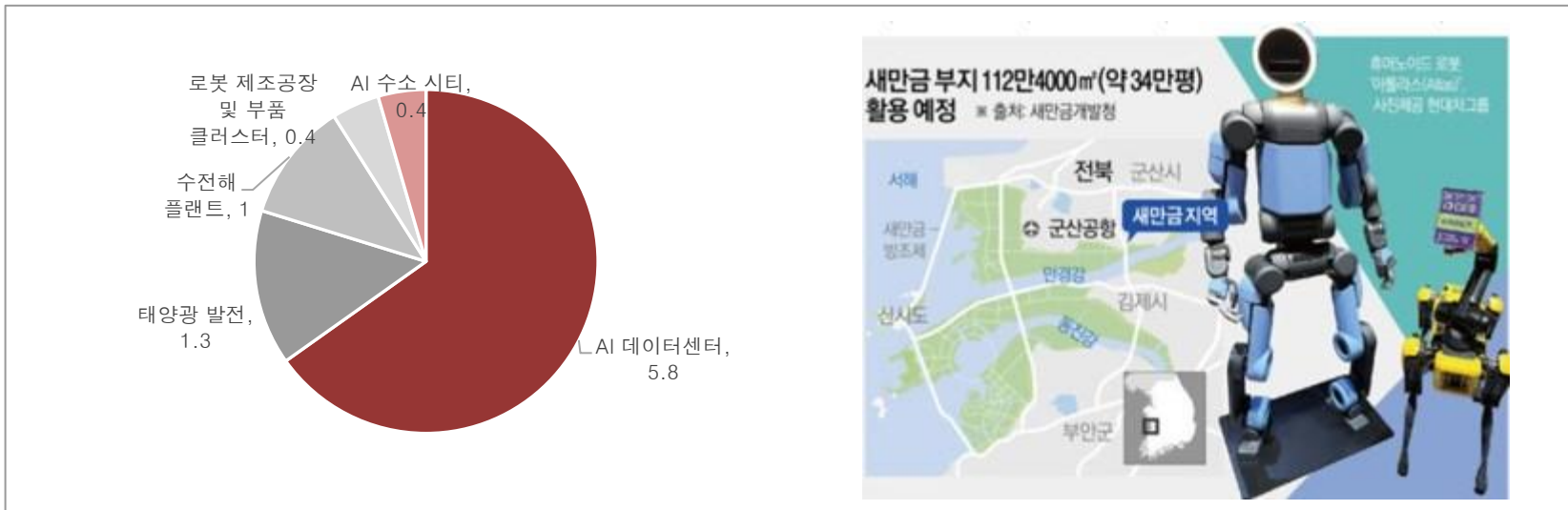
3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

자체 완결적인 새만금 피지컬 AI

현대차 그룹 새만금 9조원 투자, 2027~2029년 국내 로봇·AI·수소 에너지 밸류체인

- 현대차 그룹, 2월 새만금 지역에 약 9조원 규모의 투자 계획 발표
- AI 데이터센터 (5.8조) : GPU 5만장급 단계별 구축, SDV 및 스마트팩토리 데이터 처리 및 저장
- GW급 태양광 발전 (1.3조) : 데이터센터, 수전해 전력원(200MW), 2035년까지 단계 확보,
- 200MW 수전해 플랜트 (1.0조) : 청정 수소 생산과 인근 공급 인프라 구축
- 로봇 제조 및 부품 클러스터 (0.4조) : 연 3만 대 규모 생산 및 파운드리, 협력사 확장 지원
- AI 수소 시티 (0.4조) : 스마트 수변도시 기반 도시 단위 실증 모델로 인근 수전해 플랜트에서 생산된 수소를 활용한 미래형 도시

현대차그룹 새만금 투자 주요 내용



자료: 현대차그룹, 흥국증권 리서치센터

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

자체 완결적인 새만금 피지컬 AI

전력에서 AIDC, 로봇까지

- 현대차 그룹의 새만금 투자 핵심사업은 GPU 5만장 규모의 데이터센터
- NVIDIA의 최신 아키텍처인 <Grace-Blackwell>을 채택할 경우 GPU 5만장 규모의 데이터 센터 구동에는 최소 100MW 전력 필요
- 블랙웰 이후 차세대 <Vera-Rubin>아키텍처를 적용할 경우 GPU 5만장 데이터 센터 구동에는 180MW이상의 전력 필요
- 새만금개발청의 재생에너지 클러스터 계획에 따르면 2030년대 초반까지 총 3GW(태양광 2.8GW, 풍력 0.1GW, 연료전지 0.1GW) 규모 인프라 완성 예정
- 3GW 재생에너지 클러스터에 전체 면적 9.4% 배정, 향후 10GW까지 확장 계획

새만금 재생에너지 클러스터



자료: 새만금개발청, 흥국증권 리서치센터

새만금 재생에너지 클러스터 개발 계획

구분		용량(GW)	사업추진	위치
육상태양광 (0.3GW)		0.2	새만금공사	①
		0.1	군산시	
수상태양광 (2.1GW)	1단계 (1.2GW)	0.5	새만금청	②
		0.4	전북, 군산, 김제, 부안	
		0.3	한국수력원자력	
	2단계 (0.9GW)	0.9	새만금청	③, ④
풍력		0.1	민간	⑤
연료전지		0.1	검토중	⑥
합계		2.6		

자료: 새만금개발청, 흥국증권 리서치센터

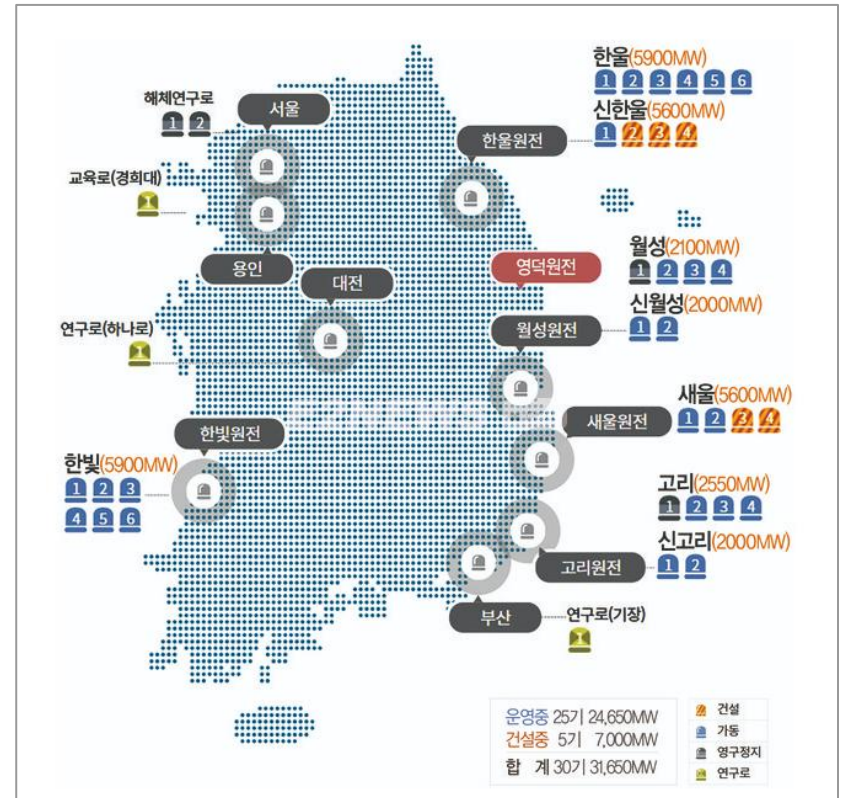
3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

원자력 발전의 기여 확대

11차 전력수급기본계획 2기 대형 + SMR

- 11차 전력수급기본계획에 따르면 원자력 발전 추가는 2기의 대형원전과 1기의 SMR로 구성
- 2기 대형원전은 영덕으로 확정
- 영덕은 2012년 천지원전이 계획이 확정, 2026, 2027년 준공을 목표로 추진되었던 지역. 2017년 탈원전 정책에 따라 사업추진 보류, 2018년 백지화
- 2026년 원전 사업 재개
- SMR은 부산 기장 고리 원전 내 유허부지 활용 예정
- 0.7GW(0.17GW 원자로 X 4)급을 목표로 하고 있으며 2030년 착공, 2035년 상업운전 준공 목표
- 원전의 추가 확대 가능성 상존. 영덕 원전 선정 시 최종 경합을 벌였던 울산광역시 울주군 등이 새 후보지가 될 수 있음

11차 전력수급기본계획 원전 예상



자료: 이투뉴스, 한국증권 리서치센터

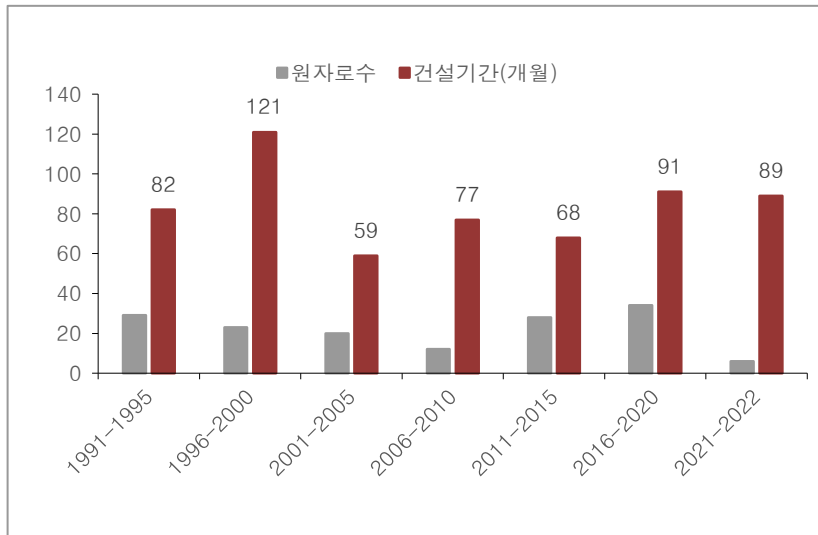
3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

원자력 발전 확대 장애요인: 너무 긴 공기

계획에서 준공까지, 지나치게 오랜 기간이 소요되는 원자력 발전

- 영덕(천지 1,2호기)이외 올진, 삼척(대진 1,2호기) 등의 원전 추가 건설 가능성 제기
- 그러나 예정구역 고시, 건설기본계획수립, 환경영향평가, 발전사업허가, 전원개발사업 실시계획 승인 등 절차에 10년 이상의 기간이 소요되고 건설에만 10년 안팎의 추가 시간 소요. 총 20~25년 소요
- 2040년까지 영덕 원전 이외 추가 건설 가능성은 높지 않은 편

90년대 이후 원전 평균 건설기간



자료: IAEA, 한국중권 리서치센터

새울 1,2,3,4, 신한울 1,2호기 원전 건설 기간

구분	새울 1, 2	신한울 1, 2	새울 3, 4
예정구역 고시	1997.12.26	2002.5.4	2000.9.6
건설기본계획	2001.2.24	2005.6.8	2009.2.27
부지정지	2007.9.13	2010.4.30	
상업운전개시	2016.12.20 2019.8.29	2022.9 2023.9	2024.3 2025.3
부지정지-준공	약 9~12년	약 12~13년	
예정구역고시-준공	약 19~22년	약 24~25년	약 24~25년

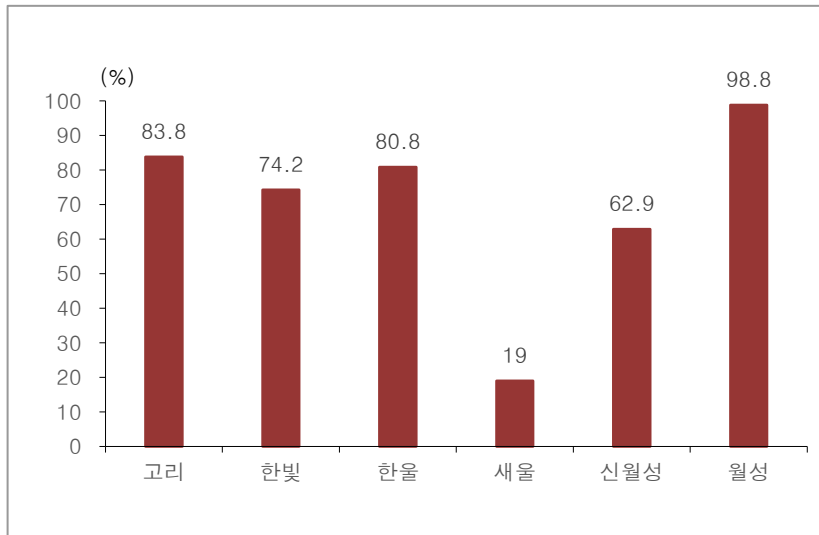
자료: 에너지경제연구원, 한국중권 리서치센터

원자력 발전 확대 장애요인: 폐기물

원전 폐기물, 해소되지 않은 과제

- 고준위 핵폐기물 등 후처리 문제와 관련한 갈등과 비용은 원자력 발전의 취약점 중 하나
- 핀란드의 고준위 방폐장 2025년 가동을 시작으로 스웨덴, 프랑스, 스위스 등의 방폐장 가동 예정
- 한국의 사용 후 연료 등 고준위 폐기물, 보관 용량 한도에 접근하고 있어, 수명 연장 등 조치와 함께 폐기물 처리 방안 마련되어야 하는 상황

국내 원전 고준위 폐기물 포화율



자료: IEA, 한국중원 리서치센터

세계 고준위 폐기물 처리장 현황

	신청서 제출	건설면허 부여	착공	준공(예상)
핀란드	2012	2015	2016	2025(e)
프랑스	2021	2025(e)	2022 → 2027(e)	2035(e)
스웨덴	2011	2022(e)	2023 → 2026(e)	2033(e)
중국			2041(e)	
캐나다	2028(e)	2032(e)		
스위스	2024(e)	2031(e)	2045(e)	2050/60(e)

자료: IEA, 한국중원 리서치센터

3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

원자력 발전 확대 장애요인: 검증되지 않은 SMR

SMR의 폐기물 문제 등 상업화 장애 요인 산적

- SMR의 폐기물 문제, PNAS 논문에서는 기존 경수로 대비 5.5~35배로 발표. ANL 논문에서는 유사하거나 5배 수준

SMR 유형별 특징과 폐기물 추정

구분		기존 경수로	VOYGR	Natrium	Xe-100
설계 파라미터	출력 (MWe)	1175	77	345	80
	열효율 (%)	34	31	41	40
	우라늄 농축도 (%)	4.5	4.95	16.5	15.5
	핵연료 형태	UO ₂	UO ₂	U-Zr 금속	TRISO 펠블
	원자로 수명(년)/이용률(%)	60 / 90	60 / 90	60 / 90	60 / 90
사용후 핵연료	무게(톤/GWe-년)	21.7	23.9(1.10)	6.10(0.28)	5.41(0.25)
	부피(m ³ /GWe-년)	9.58	10.4(1.08)	5.56(0.58)	118(12.3)
	방사능(Ci/GWe-년) @10 ¹ , 10 ² , 10 ³ , 10 ⁴ , 10 ⁵		(1.07, 1.08, 1.04, 1.05, 1.08)	(0.63, 0.71, 0.63, 1.40, 1.17)	(0.79, 0.80, 0.45, 0.38, 0.58)
	붕괴열(kW /GWe-년) @10년 @100년	40.6 9.76	42.2 (1.04) 10.3 (1.05)	24.5 (0.60) 4.65 (0.48)	32.2 (0.79) 6.36 (0.47)
	방사성독성(X10 ⁸ Sv/GWe-년) @1만년 @10만년	1.21 0.086	1.27 (1.06) 0.0912 (1.06)	1.78 (1.47) 0.127 (1.48)	0.413 (0.34) 0.0406 (0.47)
핵폐기물	저준위폐기물(m ³ /GWe-년)	645.3	573 (0.9)	N/A	N/A
	중준위폐기물(m ³ /GWe-년)	0.13	0.72 (5.7)	0-0.55 (0-4.4)	0-24.5 (0-193.1)

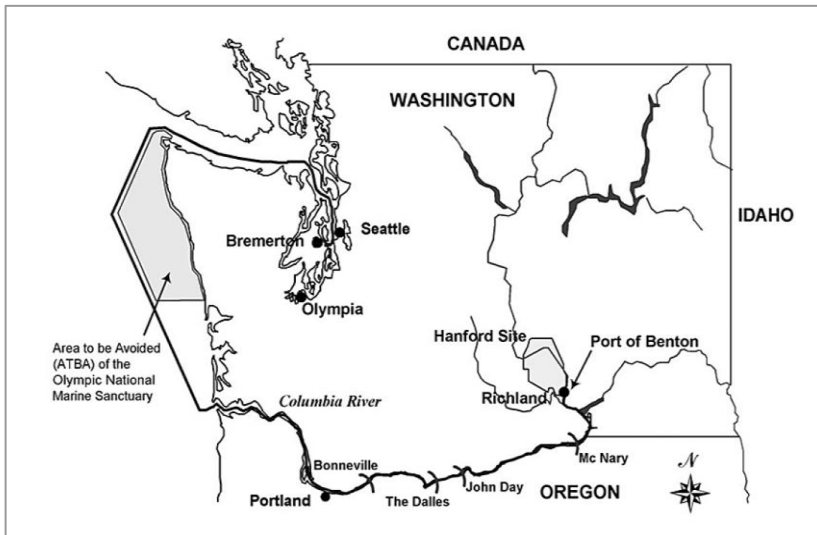
3. 메가 프로젝트별 전력공급 방안

원자력 발전 확대 장애요인: 고농축 연료

원자력 항공모함, 잠수함 등의 소형 원자로의 경우

- SMR과 유사한 출력의 원자로 항공모함, 잠수함 등에 이미 탑재, 운용 중
- 상업적 목적의 SMR과 달리 고농축 우라늄 채용. 연료 교체 문제 없이 원자로 수명내 중단없이 가동
- 사용 후 핵연료, 잠수함 해체 후 폐 원자로 처리 문제 미해결
- 현재 시애틀 인근에서 해체 후 콜로라도강을 통해 아이다호로 이동, 밀봉한 원자로 노천 보관 중

미국 원자력 잠수함 폐기/해체 후 원자로 보관장소 이동로



자료: Colombia Insight, 영국중권 리서치센터

원자력 잠수함 폐 원자로 노천 보관소 (Hanford Site)



자료: DOE, Colombia Insight, 영국중권 리서치센터

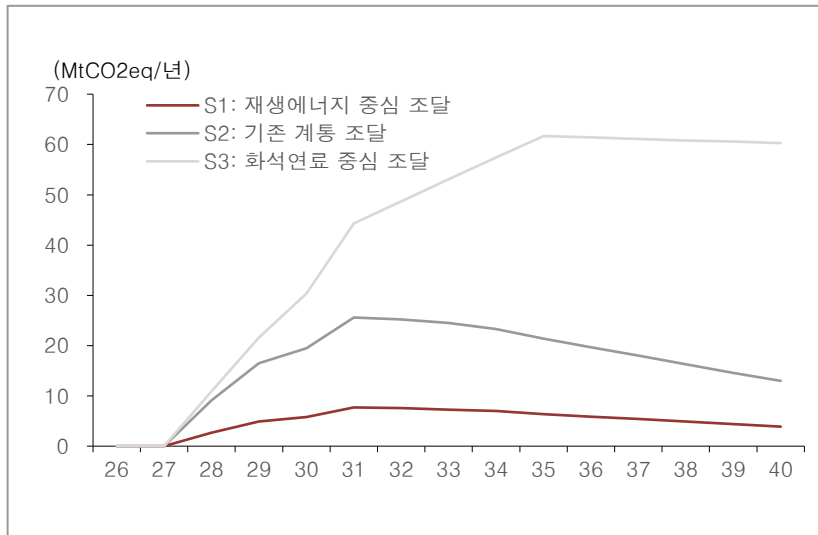
4. 메가 프로젝트와 탄소배출

메가 프로젝트와 탄소감축 목표

NDC 2035 달성에 미치는 영향

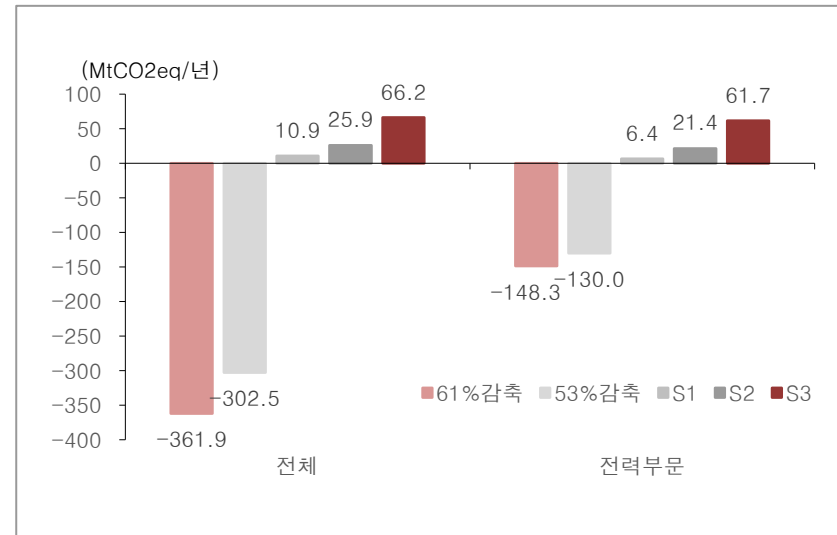
- 메가 프로젝트는 전력 사용 급증과 더불어 반도체 팹 공정에서 추가되는 불소계 온실가스 직접배출로 탄소배출 량 증가 불가피
- 메가프로젝트로 인한 추가 전력 수요량을 현재 계통을 통해 조달하는 표준시나리오(S2)의 경우 2035년 2145만톤의 탄소가 추가 배출 될 것으로 예상됨. 화석연료 중심으로 전력을 조달할 경우 최대 6170만톤, 재생에너지 중심 조달의 경우 640만톤의 탄소 추가 배출 예상
- NDC2035달성에 있어 발전부분의 저감 목표는 최대 14년(S3)까지 늦어질 수 있음(표준 S1의 경우 4년)

메가 프로젝트로 인한 탄소배출량의 변화



자료:녹색전환연구소, 흥국증권 리서치센터

메가 프로젝트 이후 NDC2035 목표에 미치는 영향



주: 전기사용량 증가를 통한 간접 배출량 증가에 반도체 팹의 불소계 화합물에 따른 직접배출 합산
자료: 녹색전환연구소, 흥국증권 리서치센터

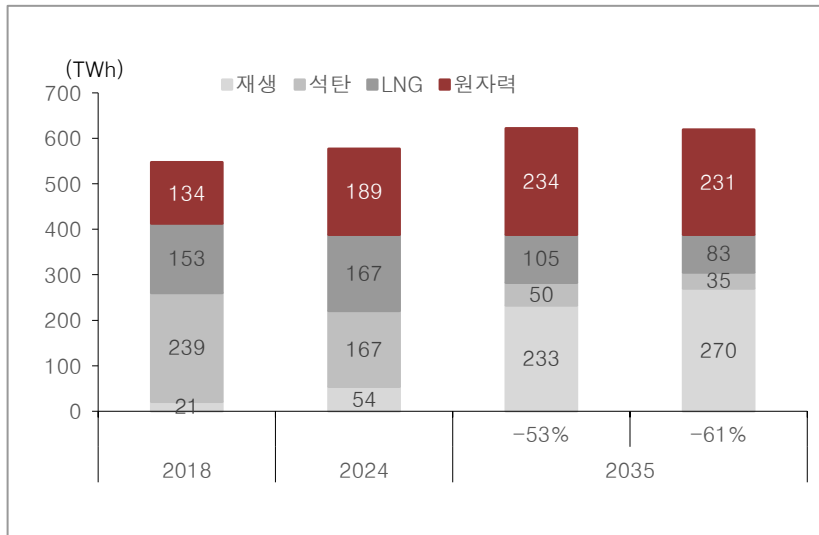
4. 메가 프로젝트와 탄소배출

메가 프로젝트와 탄소감축 목표

NDC 2035 달성 목표 vs 동해안 데이터센터와 민간화력발전

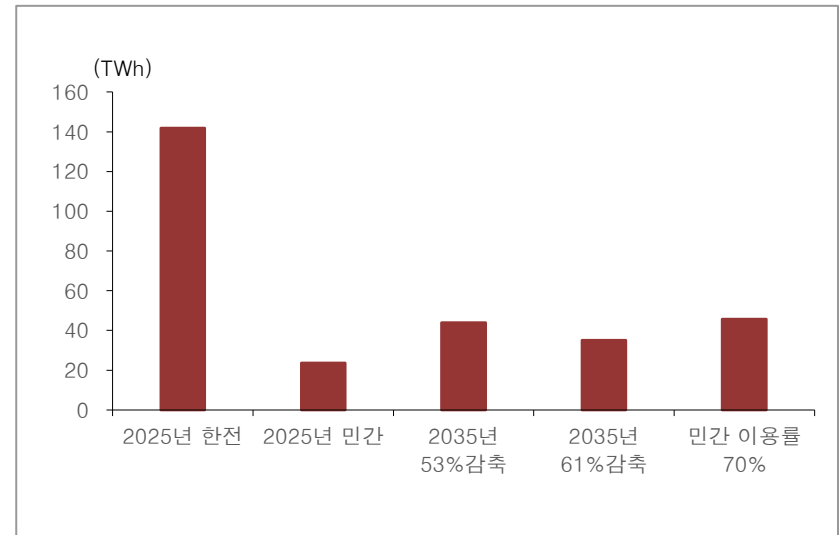
- NDC 2035 달성을 위해서는 전환(전력)부문의 탄소배출 감축이 필수적임(61% 감축 시 전환부문의 감축률은 75.3%)
- 전력부문의 탄소배출 감축은 발전원별 발전량 조절이 필수. 석탄, LNG등 탄소배출 발전원의 발전량 감축과 재생, 원자력 비중 증대가 필수
- 2035년까지 석탄을 발전원으로 하는 발전량은 2024년 167TWh에서 35~50TWh까지 줄이는 것이 목표
- 그러나 동해안 데이터센터 발전원으로 동해안 민간 화력발전소 전력생산을 늘릴 경우 이용률 70% 일 때 발전량 45.7TWh

NDC 2035의 전환(전력) 부문 발전 믹스 전망



자료:기후환경에너지부, 한국증권 리서치센터

NDC 2035 석탄 발전량 전망과 민간화력발전 이용률 회복 시나리오



자료:기후환경에너지부, 한국증권 리서치센터

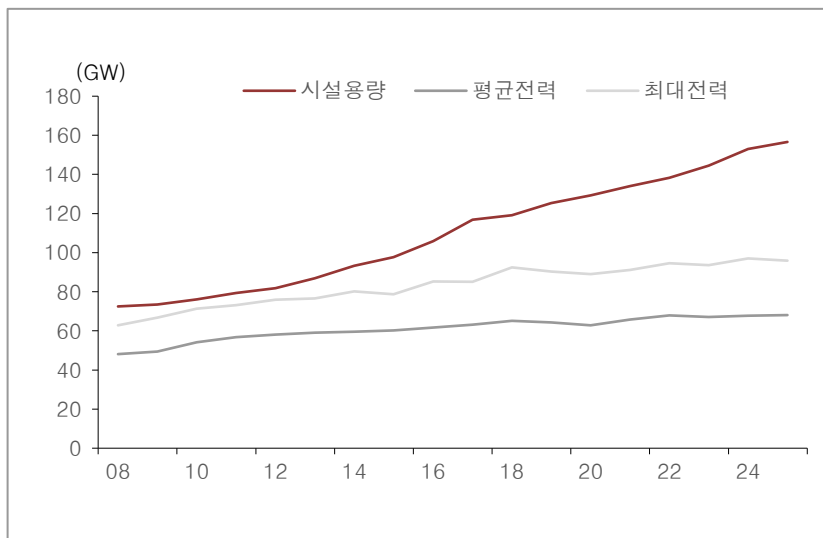
5. 메가프로젝트, 전력공급의 현실적 방안 모색

전력수요 전망, 충족 가능한가?

2025년 시설용량은 157GW, 2040년 목표수요는 165GW

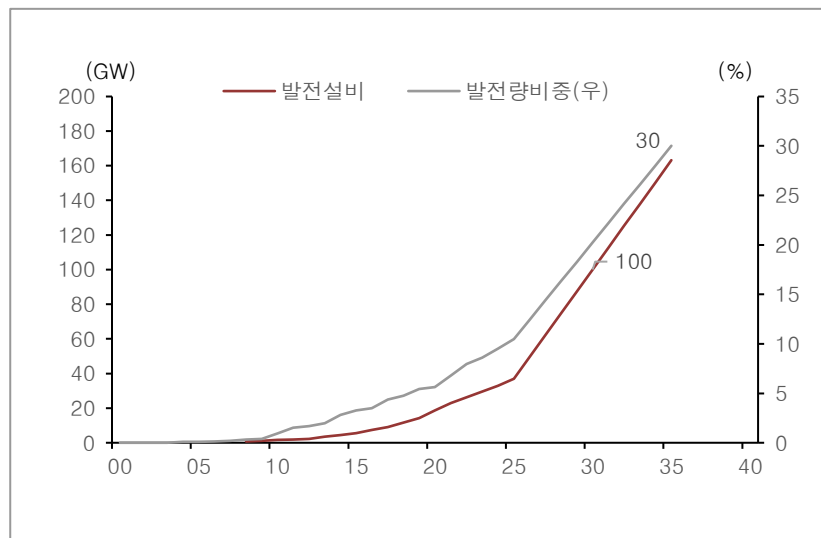
- 상향된 목표 전력 수요는 최대 전력 기준으로 2040년 165GW에 달함
- 2025년 기준 최대전력은 95.9GW, 평균전력은 67.9GW, 시설용량은 156.5GW
- 시설 용량은 157GW에 달해 2040년 최대전력 예상 165GW에 근접하나 시설 용량을 100% 이용할 수 없음
- 2026년 5월 "제1차 재생에너지 기본계획"에 따르면 2030년까지 재생에너지 발전설비는 100GW 달성, 2035년까지 발전량 비중 30% 달성 예정. 하지만 재생에너지 평균 이용률 19.2%를 감안했을 때 신규 전력수요 감당에는 불충분

시설용량과 최대전력, 평균전력



자료:한국전력, 한국증권 리서치센터

재생에너지 기본계획에 따른 신재생에너지 발전 목표



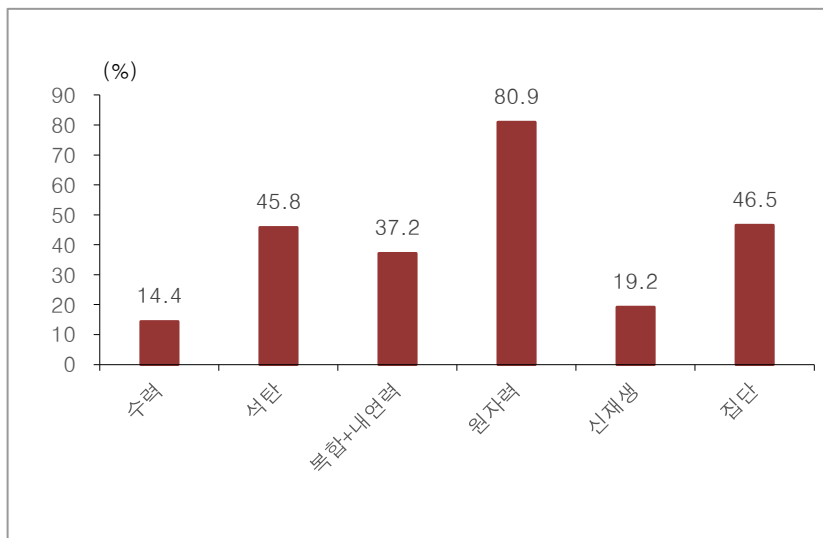
자료: 기후환경에너지부, 한국증권 리서치센터

전력수요 전망, 충족 가능한가?

발전원별 이용률의 차이

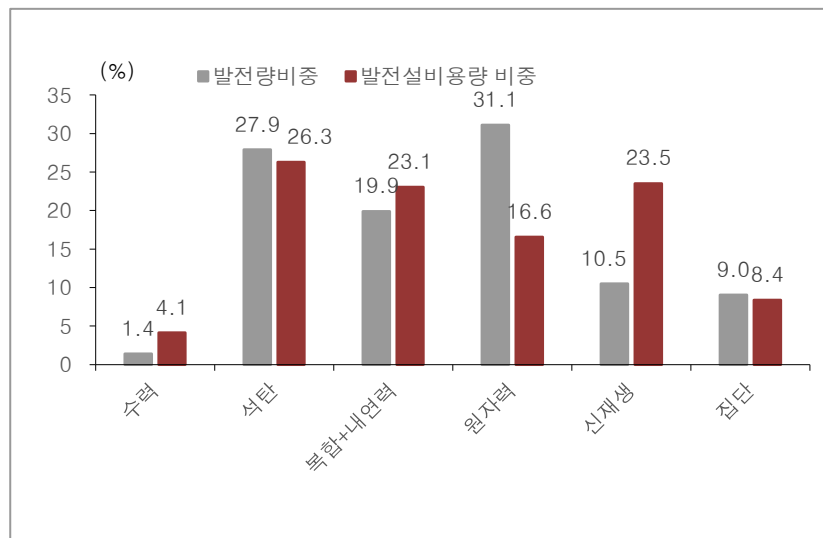
- 최대전력/시설용량 비율은 지속적으로 하락 중. 2010년 93.7%를 기록했으나 신재생 설비 확산 등의 영향으로 2025년에는 61.3%까지 하락한 상태. 평균전력/시설용량인 이용률 역시 2010년 76%에서 2025년 43.4%까지 하락
- 원자력 발전의 경우 지속 운전이 가능해 이용률이 가장 높게 유지됨. 설계수명 연장 전 점검, 정기점검 등의 예외적인 가동 중단 사유를 제외하고 지속 운전이 가능하기 때문
- 반면 신재생(태양광의 경우 밤-낮 차이 등), 수력 등은 시설 용량에 비해 실제 이용률은 훨씬 낮게 설정됨
- 태양광 등 신재생의 경우 BESS와 결합, 이용률을 높일 수 있으며, 수력의 경우도 양수발전 형태로 이용률 제고 가능

발전원별 이용률(2025년)



자료: Qunatiwise, 흥국증권 리서치센터

발전원별 발전량 비중과 발전설비용량 비중



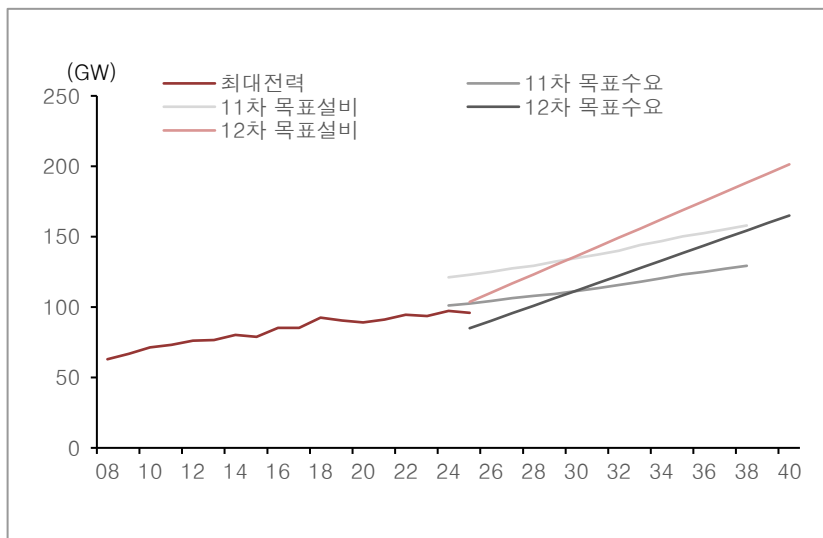
자료: Qunatiwise, 흥국증권 리서치센터

전력수요 전망, 충족 가능한가?

발전원 구성 전략은?

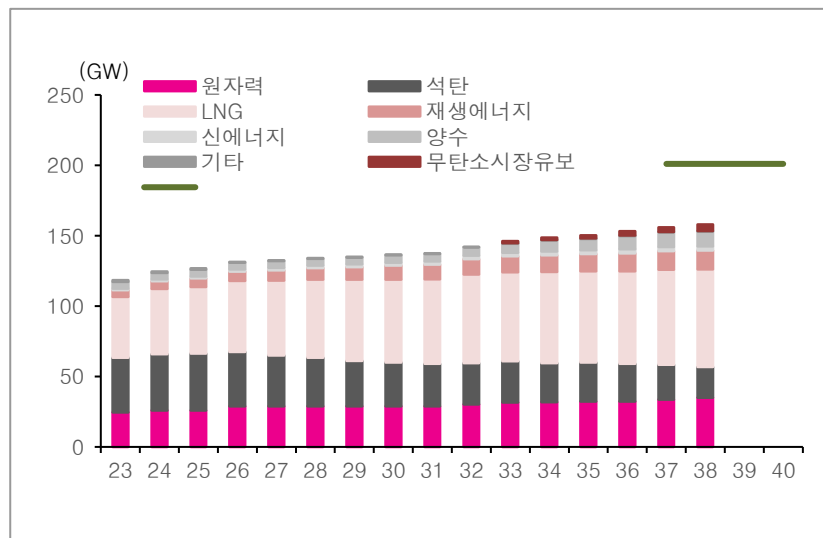
- 11차 전력수급기본계획에 따르면 목표연도인 2038년 목표수요는 129.3GW, 목표 수요를 충족하기 위한 목표 설비는 목표수요에 예비율(22%)을 감안한 157.8GW로 계획되어 있음
- 12차 전력수급기본계획의 목표수요가 최대 165GW까지 증가하는 것을 감안할 때, 계획기간인 2040년 목표설비는 201.3GW까지 확장되어야 함
- 발전원 별 구성 계획이 별도로 공개되지 않았으나 11차 계획에 비해 신재생, LNG, 원자력 등의 대규모 설비용량 확대가 불가피

11차 목표수요와 목표설비, 12차 목표수요와 목표설비 추정



자료:기후환경에너지부, 홍콩증권 리서치센터

11차 계획에 반영된 전력 설비 구성



자료: 기후환경에너지부, 홍콩증권 리서치센터

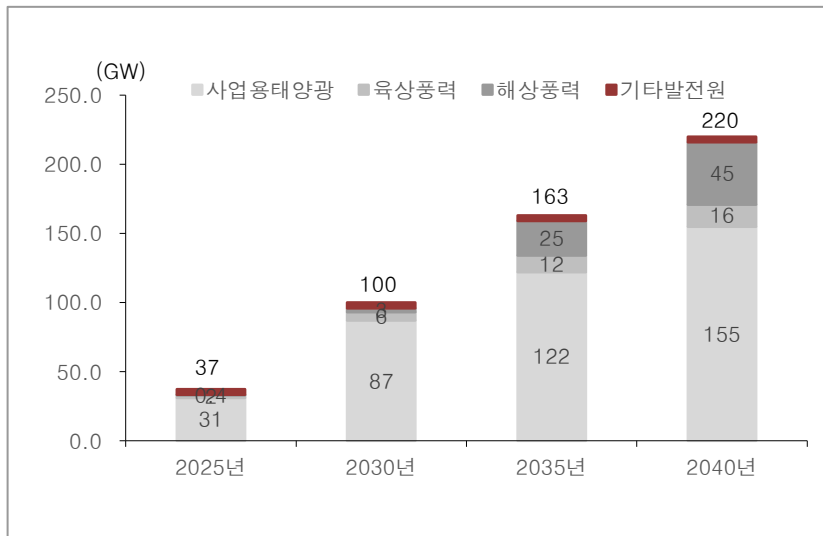
5. 메가프로젝트, 전력공급의 현실적 방안 모색

전력수요 전망, 충족 가능한가?

재생에너지 확대전략

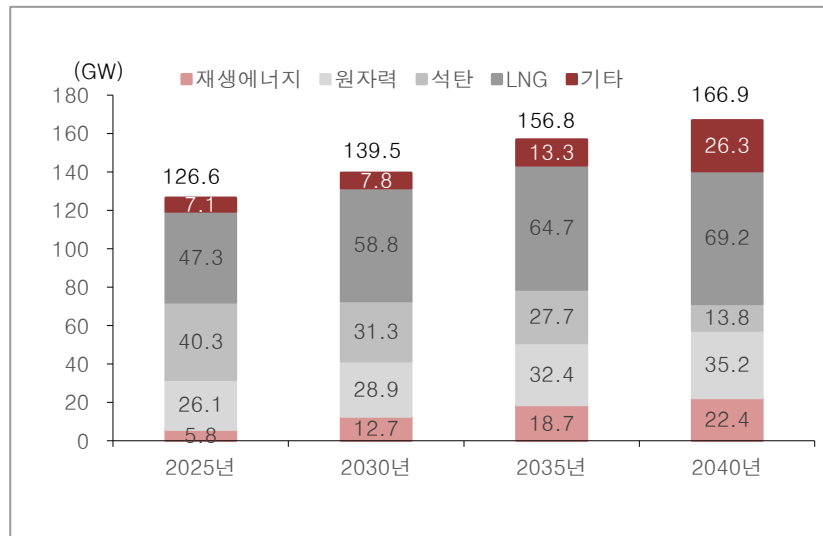
- 12차 전력수급기본계획의 상향된 목표수요 달성을 위해 재생에너지 발전설비 목표가 새로 제시됨. 2030년까지 100GW에 이어 2035년 163GW, 2040년 220GW
- 전체 설비는 2040년 기준 태양광 155GW, 육상풍력 16GW, 해상풍력 45GW 등으로 구성
- 그러나 재생에너지의 설비 용량은 정격용량에 비해 훨씬 낮은 이용률을 감안 설비용량은 정격용량의 10%대에 그치게 됨
- 11차 전기본의 정격용량대 설비용량 비율을 감안할 때, 2040년 220GW의 정격용량은 22.4GW의 설비용량에 해당. 여타 발전원 설비용량이 11차전기본 2038년 수준과 동일하다면 총 설비용량은 166.9GW로 필요용량 201.3GW에 비해 34.4GW 부족

12차 전기본 재생에너지 보급 전망



자료:기후환경에너지부, 한국증권 리서치센터

재생에너지 보급 확대 계획을 반영한 설비용량 추정



자료: 기후환경에너지부, 한국증권 리서치센터

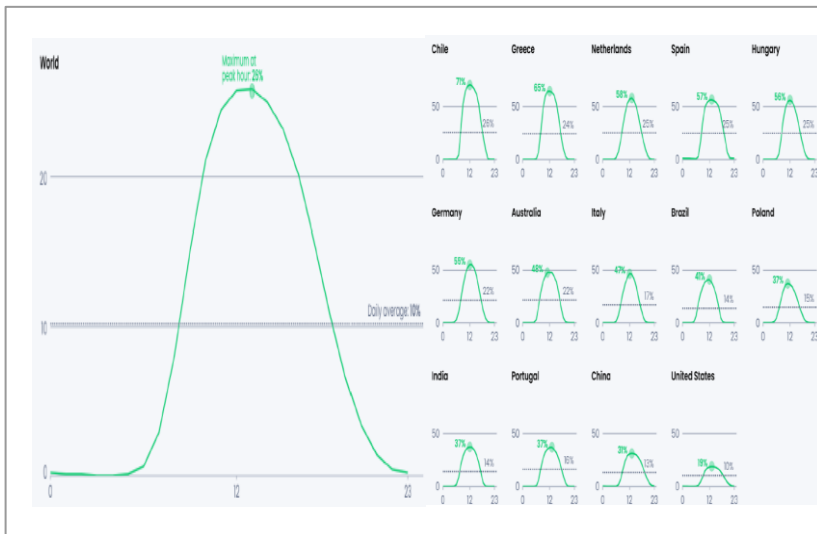
6. 태양광+BESS

글로벌 전기공급은 태양광+BESS로 이동 중

태양광 에너지 발전비중의 증가

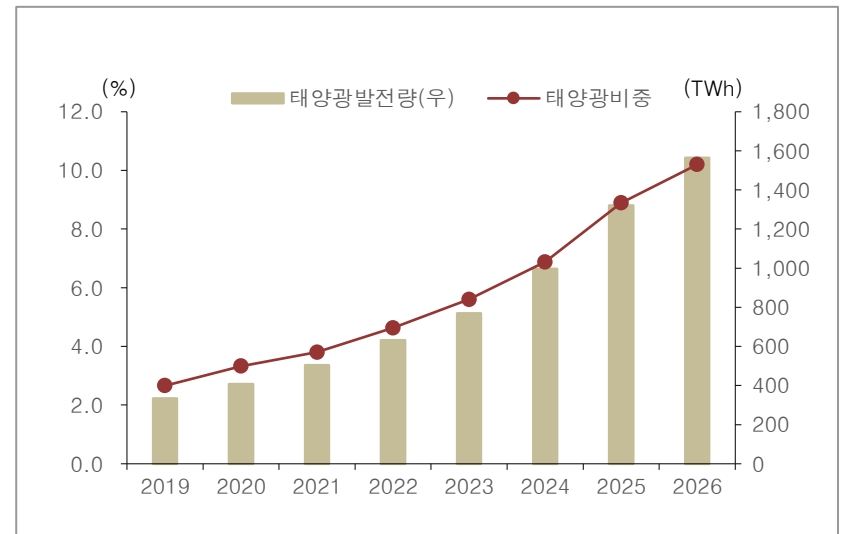
- 전세계 발전 트렌드는 신재생에너지, 그 중에서 태양광 + BESS 조합으로 빠르게 이동 중
- Ember의 추정에 따르면, 2026년 상반기 전세계 태양광 발전 비중은 평균 10.2%, 최대 생산시간 점유율 26%
- 태양광은 낮과 밤 사이의 전력 생산편차가 매우 큰 문제(간헐성)를 갖고 있으나 BESS와의 조합을 통해 피크타임 이동 가능해짐

시간대별 태양광 전력 생산비중 추이(2026년 상반기)



자료: Ember, 흥국증권 리서치센터

2019년 이후 상반기 전세계 태양광 발전량 비중과 발전량



자료: Ember, 흥국증권 리서치센터

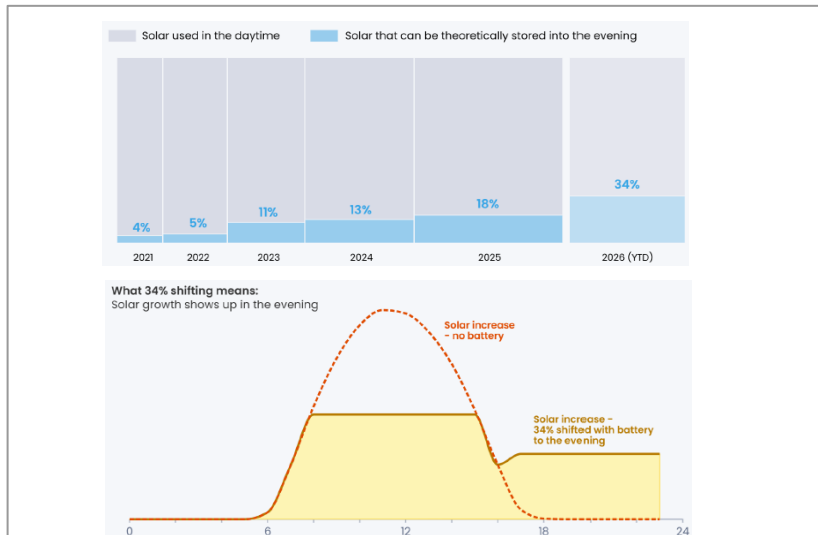
6. 태양광+BESS

BESS의 보급 확대

2026년 전체 신규 태양광 발전량의 34% 저장

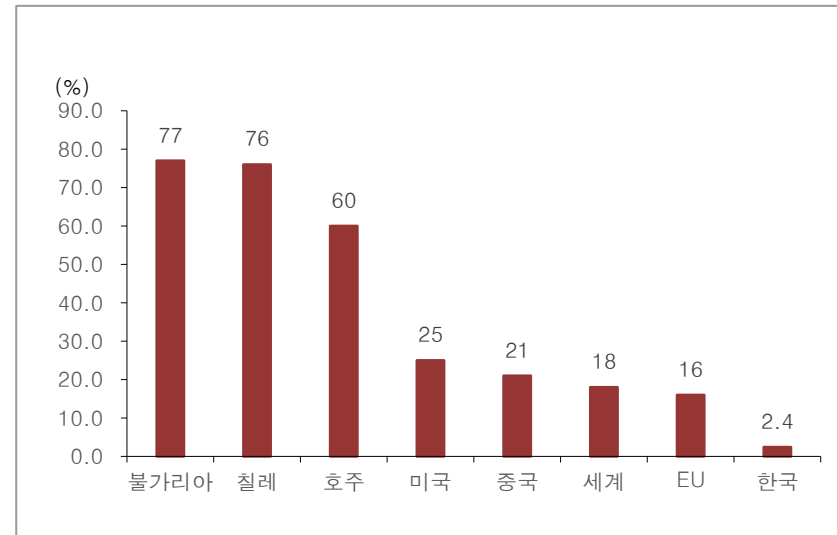
- BESS보급의 신속한 확대로 2026년에는 전세계 신규 태양광 발전량의 34%를 배터리에 저장할 것으로 추정
- 태양광 발전량 34%의 저장과 사용시간 이동은 저녁 시간의 화석연료 비중의 감소를 가능케 할 뿐 아니라, 정오 태양광 발전의 한계를 극복하는데 도움이 됨. EU의 경우 태양광 정오 발전량이 망 수용 한계에 근접해 발전 중단이 빈번했으나 배터리 설치로 제한을 극복
- 배터리 설치 비율이 높은 국가로는 불가리아, 칠레, 호주 등. 이들 국가는 전체 태양광 발전량의 50% 이상을 배터리에 저장, 일조량 없는 시간으로 이동 가능. 한국은 2026년 7월 한달간 평균 발전량 기준으로 2.4%에 불과

전세계 연도별 신규설치 태양광 설비와 배터리 용량



자료: Ember, 흥국증권 리서치센터

주요국 태양광 발전량 대비 배터리 저장용량 비중



주: 세계주요국 통계는 2025년 기준, 한국은 2026년 7월 1개월간 기준
자료: Ember, 전력거래소, 흥국증권 리서치센터

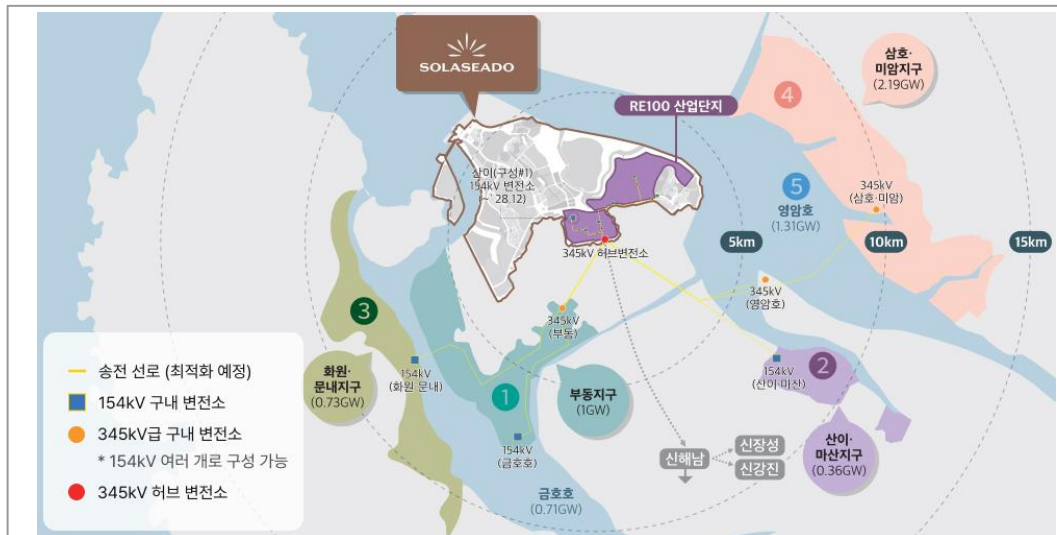
6. 태양광+BEES

태양광 발전단지 조성사례

해남 솔라시도, 태양광 + BESS

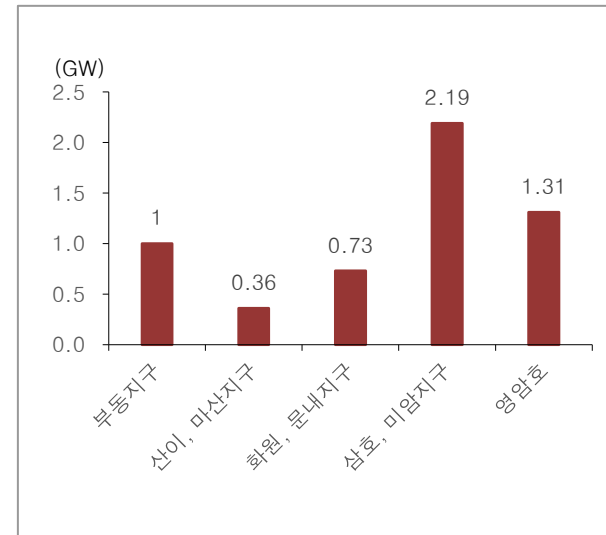
- 메가 프로젝트의 전력공급원으로 태양광 + BESS 단지가 해남 솔라시도에 조성 운영을 시작
- 솔라시도에는 100MW의 태양광 발전, 306MWh의 BESS가 설치, 가동을 시작. BESS 용량이 태양광 패널을 통한 3시간 발전량 저장 가능. 인근 RE100 산업단지, 삼성SDS의 데이터센터 등에 전력 공급 가능
- 해남 솔라시도에는 총 5개 지구의, 5.6GW 수준의 태양광 단지 조성이 계획 중. BESS와 결합해 메가 프로젝트 주력 전력원으로 가동 가능할 전망

해남 솔라시도 태양광단지 계획



자료:솔라시도, 흥국증권 리서치센터

솔라시도 태양광단지 규모



자료: 솔라시도, 흥국증권 리서치센터

Thank you

<http://www.heungkuksec.co.kr>

본 조사자료는 고객의 투자에 참고가 될 수 있는 각종 정보제공을 목적으로 제작되었습니다.
본 조사자료는 당사의 리서치센터가 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없습니다.
따라서 이 조사자료는 어떠한 경우에도 고객의 증권투자 결과에 대한 법적 책임소재의 증빙자료로 사용될 수 없습니다.

본 조사자료의 지적재산권은 당사에 있으므로 당사의 허락 없이 무단복제 및 배포할 수 없습니다.

□ 주소

(본사) 서울시 영등포구 국제금융로2길 32(여의도파이낸스타워 14층)
(사무소) 서울시 영등포구 국제금융로2길 32(여의도파이낸스타워 6층)

□ 전화번호

영업부 대표 02)6742-3600

□ 팩스

영업부 대표 02)6742-3629