2025년 09월 09일 | 키움증권 리서치센터
투자전략팀 | 시황/ESG

전력망 병목 솔루션, HVDC

시황/ESG Analyst 이성훈 shl076@kiwoom.com



키움증권

목차

전력망 병목 솔루션, HVDC 3

Ⅰ. HVDC란 무엇인가 4
- 전기 패러다임 전환, 교류에서 직류의 시대로 4
- HVDC 개요 및 장점 6
- 전류형(LCC)과 전압형(VSC) HVDC 비교 9
- HVDC 핵심 구성 요소 11

Ⅱ. 글로벌 HVDC 시장 성장 경로 12
- 전기의 시대, 글로벌 전력망 투자 Super Cycle 12
- 글로벌 전력망 패러다임 변화, HVDC 성장 모멘텀 본격화 15
- 주요 HVDC 활용 분야 ① 장거리 송전 18
- 주요 HVDC 활용 분야 ② 국가/대륙 간 상호 연결 20
- 주요 HVDC 활용 분야 ③ 도심 전력 공급 22
- 주요 HVDC 활용 분야 ④ 해상 풍력 등 재생에너지 연결 24
- 미국 전력망 및 HVDC 동향 : AI발 전력망 병목 현상 속 HVDC 수요 확대 26
- 유럽 전력망 및 HVDC 동향 : 국가 간 연계, 해상풍력 확대 속 HVDC 활황 30

Ⅲ. 에너지 고속도로를 타고 질주할 한국형 HVDC 34
- 새정부 산업 전략의 두 축, AI와 에너지 대전환 34
- AI, 에너지 대전환을 위해선 전력 수급 불균형 해결이 급선무 36
- 전력망 병목 해결을 위한 솔루션, 에너지 고속도로 38

Ⅳ. 국내 HVDC 밸류 체인 및 투자 포인트 43
- HVDC 쇼티지 현상은 국내 업체의 시장 점유율 확대 기회 43
- 국내 HVDC 수혜 기업 리스트 47

Compliance Notice

- 당사는 09월 09일 현재 보고서에 언급된 종목들의 발행주식을 1% 이상 보유하고 있지 않습니다.
- 'Is마린솔루션'은 2025년 08월 28일 당사가 유상증자 인수회사로 참여한 법인입니다.
- 당사는 동 자료를 기관투자자 또는 제3자에게 사전 제공한 사실이 없습니다.
- 동 자료의 금융투자분석사는 자료 작성일 현재 동 자료상에 언급된 기업들의 금융투자상품 및 권리를 보유하고 있지 않습니다.
- 동 자료에 게시된 내용들은 본인의 의견을 정확하게 반영하고 있으며, 외부의 부당한 압력이나 간섭없이 작성되었음을 확인합니다.

고지사항

- 본 조사분석자료는 당사의 리서치센터가 신뢰할 수 있는 자료 및 정보로부터 얻은 것이나, 당사가 그 정확성이나 완전성을 보장할 수 없고, 통지 없이 의견이 변경될 수 있습니다.
- 본 조사분석자료는 유가증권 투자를 위한 정보제공을 목적으로 당사 고객에게 배포되는 참고자료로서, 유가증권의 종류, 종목, 매매의 구분과 방법 등에 관한 의사결정은 전적으로 투자자 자신의 판단과 책임하에 이루어져야 하며, 당사는 본 자료의 내용에 의거하여 행해진 일체의 투자행위 결과에 대하여 어떠한 책임도 지지 않으며 법적 분쟁에서 증거로 사용 될 수 없습니다.
- 본 조사 분석자료를 무단으로 인용, 복제, 전시, 배포, 전송, 편집, 번역, 출판하는 등의 방법으로 저작권을 침해하는 경우에는 관련법에 의하여 민·형사상 책임을 지게 됩니다.

전력망 병목 솔루션, HVDC

Executive Summary

I. HVDC 란 무엇인가

HVDC(고압직류송전)란 발전소에서 생산되는 교류 전력을 직류로 변환시켜 송전한 후, 교류 전력으로 재변환하여 전력을 공급하는 기술. HVDC 기술은 장거리 • 대용량 송전, 전력 계통 안정성이라는 장점을 보유함에 따라 전 세계적으로 나타나는 전력망 병목 현상을 해결할 수 있는 솔루션으로 부상. 특히, 전압형(VSC) HVDC 기술은 출력이 불안정한 신재생에너지와 연계가 용이하고, 국가/대륙을 횡단하는 슈퍼 그리드를 형성하는데 기술적으로 유리하다는 측면에서 차세대 전력망 기술로서 활용도가 높아지고 있는 추세.

II. 글로벌 HVDC 시장 성장 경로

전 세계적으로 전력망 투자 슈퍼사이클로 진입한 가운데 차세대 전력망 트렌드는 1) 재생에너지 연계, 2) 장거리, 대용량 송전, 3) 3D(디지털화, 탈탄소화, 분산화), 4) 국가/대륙 단위 슈퍼 그리드으로 특정 지어짐. HVDC는 차세대 전력망 트렌드와 부합한다는점을 감안시, 주요국들의 전력망 구축 과정에서 HVDC에 대한 수요는 향후 더 증가할 전망. 미국은 AI발 전력 수요가 급등하고 있는 가운데 재생에너지의 간헐성, 노후화된 송전망 인프라로 인해 전력망 병목 현상이 심화되고 있는 흐름. 현재 미국의 HVDC 송전망은 전체의 1% 수준에 불과. 이에 정부 주도하의 규제 완화와 대규모 자금 투자 계획을 통해 향후 HVDC 프로젝트는 증가할 전망. 유럽은 에너지 안보 확보, 재생에너지 비중 확대 속 국가 간 상호 연계와 해상 풍력 연결 중심의 HVDC 프로젝트가 증가할 전망

III. 에너지 고속도로를 타고 질주할 한국형 HVDC

새 정부는 AI 전력 수요 급등, 재생에너지 확대에 따른 전력 수급 불균형 문제 해결을 위해 에너지 고속도로를 12대 중점 전략 과제 중 하나로 선정. 에너지 고속도로는 발전지와 수요처 간 전력을 연결해주는 대규모 HVDC망 구축 사업. 새 정부는 국내 HVDC 기술 자립화를 위해 국내 기업에 우선적으로 참여를 제공할 계획. 한국의 에너지 고속도로는 향후 국내 기업들의 글로벌 HVDC 시장 진출에 주요 레퍼런스 역할을 할 전망. 한편, 글로벌 전력 수요 급증 속 HVDC에 대한 공급 부족 현상은 심화되고 있는 흐름. HVDC 관련 주요 설비 부품은 현재 리드타임이 평균적으로 3년 이상 증가한 상태. 이 같은 쇼티지 현상은 해외 기업 중심으로 과점 체제를 형성했던 HVDC 시장에 후발 주자인 국내 기업이 침투할 수 있는 기회를 부여할 전망

I. HVDC란 무엇인가

전기 패러다임 전환, 교류에서 직류의 시대로

전기가 흐르는 방식은 크게 교류와 직류로 구분 가능하다. 19세기 미국에서는 토마스 에디슨과 니콜라 테슬라가 각각 직류(DC) 시스템의 안전성, 교류(AC) 방식의 경제성을 강조하며 송전 방식을 둔 '전류 전쟁(Current War)'이 벌어졌다. 당시에는 저렴하고 장거리 전송에 유리한 교류(AC) 방식의 장점이 부각되며 결과는 테슬라의 승리로 돌아갔다. 이후 교류(AC) 방식은 대부분 전력 시스템의 표준 기술로 군림하게 되었다.

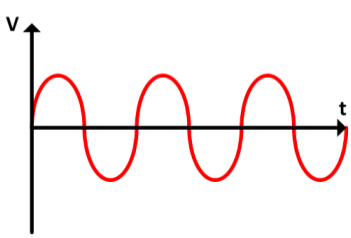
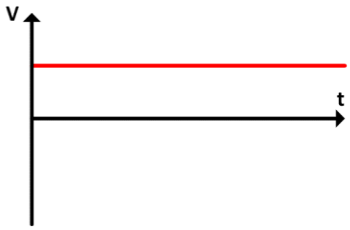
그러나 21세기 들어 전류 전쟁이 재점화하는 흐름이다. 기술의 발전과 더불어 전력 산업 환경 자체가 이전과 완전히 달라졌기 때문이다. 기후위기, AI발 전력 수요가 폭등하는 환경에서 디지털화로 과거 단점을 보완한 직류(DC) 기술의 장점들이 새롭게 주목받고 있다. 한국 전력에 따르면, 직류(DC) 기반의 기술이 주목받는 배경은 다음과 같다.

1) 과거 대비 현재는 변압 기술이 비약적으로 발전했다. 과거에는 상대적으로 전압 변경이 쉬운 교류 방식이 채택되었지만, 이제는 기술의 발전으로 직류 변압이 가능해진 상황이다.
2) 직류 방식은 송전시 교류 대비 전력 손실이 적다. 특히, 장거리 송전시 직류 방식은 무효 전력 및 표피효과 등으로 교류 방식 대비 전력 손실률이 약 40% 적다.
3) 인체에 유해한 전자파 발생이 적다. 직류 방식은 전류 이동량과 이동방향이 항상 일정하기 때문에 주파수가 없으므로 전자파 발생이 적다.
4) 직류 전원이 급격하게 증가하고 있다. 태양광, 연료전지, ESS 등 친환경 발전 시스템들은 직류 방식을 채택하고 있기 때문에 직류 방식 송전 시스템의 중요도가 증가하고 있다.
5) 가전기기의 전력 손실을 최소화시킬 수 있다. 직류 방식의 가전 제품은 기존 교류 전원의 가전기기 변환과정(5~15%의 전력 손실)을 생략하며 경제성과 효율을 높일 수 있다.
6) 경제성이 뛰어나다. 직류 방식을 채택할 경우 송전용량 증대 및 배전선로 손실 감소로 국가적 편익이 증가하고, 고객 입장에서도 전기 사용량을 절감할 수 있기 때문이다.

한편, 직류(DC)는 전압 등급에 따라 HVDC(100Kv 초과 고전압 직류, 대규모, 장거리 송전에 적합), MVDC(100Kv 이상~1.5Kv 이하 중전압 직류, 중규모, 중장거리에 특화), LVDC(1.5Kv 이하 저전압 직류, 소규모 송전에 적용)로 구분된다.

현재 글로벌 직류(DC) 시장에서 HVDC는 전세계 여러 국가에서 상용화가 진행중이다. 특히, HVDC는 전력 손실이 적어 장거리 송배전에 유리하다는 점 때문에 다양한 분야에서 활용 용도가 높다고 평가 받는다. LVDC는 상용화 초기 단계로서 기술표준, 요금 등 활용을 위한 제도 수립 단계에 있으며, MVDC는 주로 신재생에너지 연계가 많은 배전 계통에 적용되며 현재는 국제 표준이 확립되지 않은 기술 개발 초기 단계에 있다.

교류와 직류 방식 비교

	교류 (AC, Alternating Current)	직류 (DC, Direct Current)
전류 흐름	방향과 크기가 주기적으로 변함 	일정한 방향과 크기로 흐름 
송전 효율	장거리 송전 시 손실이 커짐 (송전거리가 길어지면 전력량 감소)	장거리 송전에 유리 (손실 적고 안정적)
전압 변환	변압기를 통해 쉽게 변압 가능	변환 장치 필요 (고가의 컨버터)
인프라 보급	전세계 송배전망의 표준 (인프라 성숙)	HVDC 기술을 중심으로 확대 중
비용	초기 투자비 저렴	초기 비용 높음 (컨버터, 케이블)
활용 분야	가정·산업 전력 공급, 기존 송배전망	장거리 송전, 해저 케이블, 재생에너지 연계, 전자기기 및 배터리 등에서 주로 활용
장점	변압 용이, 인프라 구축 완성도 높음	송전 손실 적음, 대용량·장거리 송전에 적합
단점	장거리에서 손실 큼, 위상 불안정 가능	변환비용 높음, 기술 장벽 존재
생산	원자력, LNG, 석탄 발전	태양광, 풍력 연료전지 등

자료: 키움증권 리서치센터

직류 송전 및 배전 유형과 특징

	HVDC (High Voltage Direct Current)	MVDC (Medium Voltage Direct Current)	LVDC (Low Voltage Direct Current)
전압범위	100kV 초과	1.5kV~100kV	1.5kV 이하
전송거리	장거리(수백 km 이상)	중거리(수십~수백 km)	단거리(수 km 이하)
전송용도	국가 간 대규모 전송	지역 전력망 간 전력 연계	건물 내 전력 분배
응용분야	해저케이블, 재생에너지 연결	해양플랜트, 대규모 산업시설	배터리 충전, LVDC 배전 시스템
개발수준	상용화	개발 중	상용화 초기

자료: 산업통상자원부, 한국전력, 삼정KPMG, 키움증권 리서치센터

HVDC 개요 및 장점

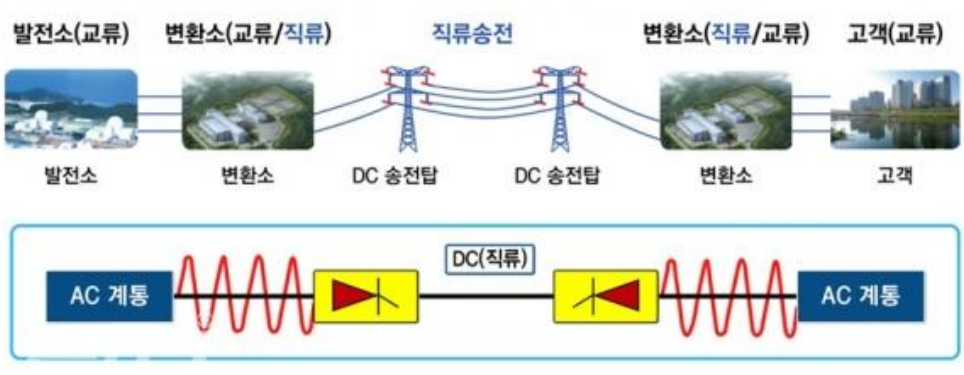
HVDC(High Voltage Direct Current, 초고압직류송전)란, 발전소에서 생산되는 교류전력을 직류로 변환시켜 송전한 후, 교류전력으로 재변환하여 전력을 공급하는 기술을 뜻한다. 직류 송전방식의 HVDC는 기존 교류 방식의 HVAC 대비 송전거리, 송전용량, 계통안정성, 환경영향 측면에서 다르다. HVDC 기술을 활용할 경우 송전망 구축 과정에서 경제성, 안정성, 환경성이라는 이점을 얻을 수 있다.

(경제성) HVDC는 600km 이상의 장거리에서 효율적으로 전력을 전송할 수 있으며 손실이 적다. 지중송전의 경우 약 600km 이상, 해저송전의 경우 50km 이상 지점부터는 송전거리가 길어질수록 AC 송전이 비해 HVDC 방식이 저렴해지게 된다. 또한, HVDC는 무효전력(Reactive Power, 전력계통에서 실제로 일을 하지 않는 전력)이 없기 때문에 송전거리와 무관하게 일정한 양의 전력을 공급할 수 있기 때문이다.

(안정성) HVDC는 AC 송전과 다르게 에너지 고저차에 상관없이 전력 크기 및 방향 제어가 가능하다. AC의 경우 전력의 고저차를 따라 단방향으로 흐르지만, HVDC는 전력의 크기와 방향을 제어할 수 있기 때문에 고장시 인근에 있는 계통까지 고장이 파급되는 것을 막을 수 있어 대규모 전력계통을 안정적으로 운영할 수 있다.

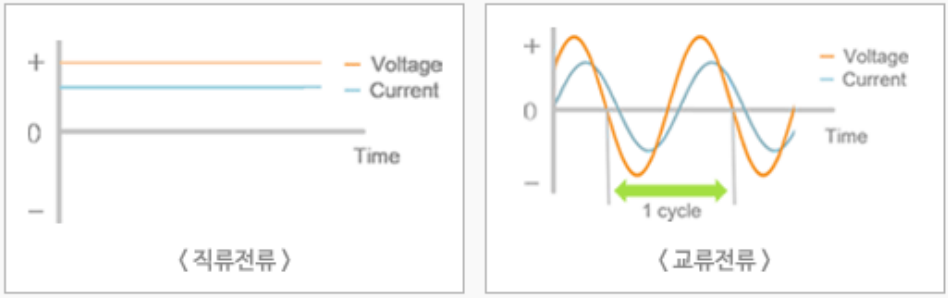
(환경성) HVDC 시스템은 절연설계가 용이하여 동일 크기의 AC 철탑에 비해 3배 이상의 전력 수송이 가능하다. 이에 따라 동일 용량의 전력 수송시 AC 대비 송전선로 수와 철탑 수 및 크기가 축소되어 송변전 설비면적을 감소시킬 수 있다. 또한, 시간 변동에 따른 전압과 전류의 크기와 방향이 일정한 직류 송전의 특징 때문에 전자파 영향이 없다는 장점도 존재한다.

HVDC 개요:발전소에서 교류전력 생산→직류전력으로 변환 후 송전→교류전력으로 재변환 후 공급



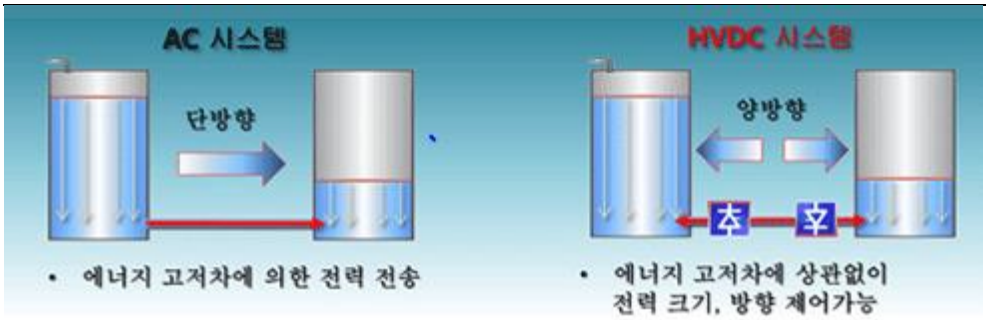
자료: 일렉트릭파워, 키움증권 리서치센터

HVDC 장점 ① 대용량 전력의 장거리 송전 가능



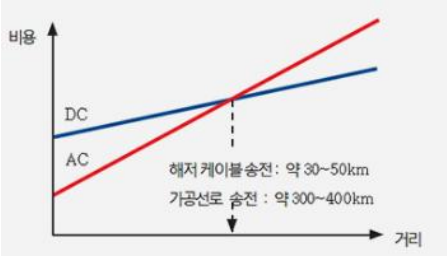
자료: KAPES, 키움증권 리서치센터

HVDC 장점 ② 융통 전력량 제어 가능 및 계통안정도 향상



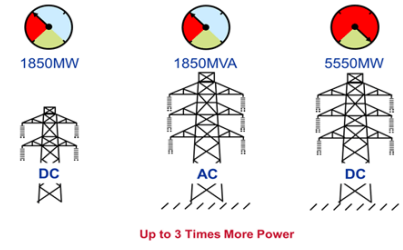
자료: KAPES, 키움증권 리서치센터

HVDC 장점 ③ 경제적 효과



자료: LS Electric, 키움증권 리서치센터

HVDC 장점 ④ 송변전 설비 면적 감소



자료: KAPES, 키움증권 리서치센터

HVDC와 HVAC 특징 비교

특징	HVDC	HVAC
송전 효율	장거리에서 에너지 손실이 더 적음	장거리 송전 시 에너지 손실이 더 큼
거리 적합성	지상 600km 이상 또는 지하 64km 이상에 가장 효율적	600km 미만 거리 송전에 적합
전력 전달 용량	도체당 전력 전달 용량이 더 높음	장거리에서는 도체당 전력 전달 용량이 감소
전력망 연계성	비동기 전력망도 연결할 수 있음	동기화된 전력망만 연결 가능
비용	변환소 비용은 높으나, 장거리 송전선 비용은 낮음	변환소 비용은 낮으나, 송전선 비용은 높음
해저/지하 적합성	해저·지중 케이블에 매우 적합	해저·지중 송전에 효율이 떨어짐
전압 안정성	무효전력 손실 없이 안정적 전압	장거리에서는 전압 강하 발생
운용 유연성	전력 흐름과 방향을 정밀하게 제어 가능	특수 장치를 써야만 한정된 범위에서 전력 흐름 제어 가능
설비 면적	더 좁은 설비 면적 가능	더 넓은 설비 면적 필요
유지보수	변환소가 복잡해 유지관리 비용이 높음	유지관리 비용이 더 낮음
활용 분야	장거리 송전, 해상 풍력, 전력망 연계에 최적	단거리~중거리, 지역 분배에 적합
전자파 간섭·에너지 저장·신재생 연계성	인근 통신선과 사이는 전자파 간섭(EMI)이 적음	인근 통신선과의 전자파 간섭(EMI)이 더 큼
환경 영향	인프라(설비) 면적이 적고 송전선 개수가 적게 필요	인프라(설비) 면적이 더 넓고 송전선 개수가 더 많이 필요

자료: Atlantic Council, 키움증권 리서치센터

전류형(LCC)과 전압형(VSC) HVDC 비교

HVDC는 크게 사이리스터 소자를 사용하는 전류형(LCC, Line Commutated Converter)과 IGBT 반도체 소자를 사용하는 전압형(VSC, Voltage Source Converter)으로 구분된다.

과거에는 전류형 HVDC가 안정적인 특성으로 인해 주로 사용되었다. 전류형은 최대 1100Kv, 11GW급 이상의 대용량 설비가 가능하고 전력 손실률이 0.7% 수준으로 낮다는 장점을 지녔기 때문이다. 다만, 전류형 HVDC는 고조파 필터, 무효전력 보상 장치와 같은 부가 설비가 필요함에 따라 더 많은 설치 공간을 필요로 한다. 또한, 사이리스터 소자를 사용하기 때문에 블랙 스타트(대규모 정전 발생 후, 외부 전력 공급 없이 자체적으로 전력 계통을 복구하는 절차)가 불가능하여, 전력을 효율적으로 조절하기 어렵다는 단점이 있다.

이에 따라, 최근 기술 발전과 송전 용량의 변화로 전압형 HVDC로의 점진적 전환이 이루어지고 있다. 전압형 HVDC는 이 같은 전류형 HVDC의 단점을 극복할 수 있다. IGBT 소자(고속으로 교류를 직류를 변환하는 반도체 소자)를 사용하여 자기 차단 및 블랙스타트가 가능하며, 무효전력 보상의 기능을 가지고 있기 때문이다.

또한, 전류형 HVDC 대비 설치 면적이 적고, 전력을 더 쉽게 조절할 수 있다는 점에서 활용도 및 경제성이 높다고 평가받는다. 그 외에 전압형 HVDC는 전류형 대비 정격 직류 전압 및 용량 자체는 낮지만, 전력의 방향을 바꾸기가 용이하기 때문에 두 개 이상의 지점을 연결하는 멀티터미널 시스템을 설계하기 쉬우며, DC 그리드를 구성하는데 용이하다. 다만, 전류형 대비 초기 설치 비용이 비싸고 전력 손실률이 높다는 점은 단점으로 지적된다.

이러한 특성 덕분에 전압형 HVDC는 송전 용량의 증가와 출력이 불안정한 신재생에너지 연계에 더 적합하다. 탄소중립 달성을 위해 전 세계적으로 재생에너지 보급이 확대됨에 따라, 신재생에너지와 연계가 요구되는 현대 계통에서는 전압형 HVDC가 대두되고 있는 흐름이다.

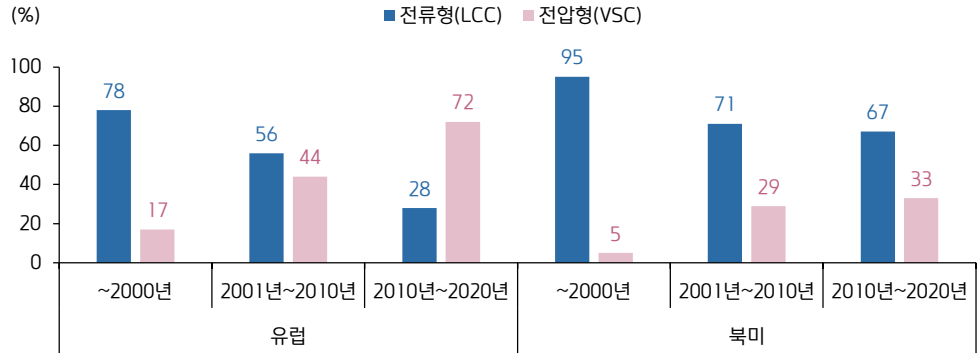
실제로, 2015년 이후 전세계 HVDC 프로젝트의 발주 규모는 전압형 중심으로 이루어지고 있다. 특히, 유럽의 경우 국가 간 전력 교환 및 해상 풍력 전력 송전을 목적으로 전압형 HVDC 송전망 구축이 활발하게 진행되고 있으며, 2010년대 들어 전압형 시스템의 비중이 전류형을 상회하고 있다 전압형 HVDC 시스템은 대륙을 횡단하는 에너지 네트워크 구축에 매우 중요한 역할을 함에 따라 향후 전압형 중심의 HVDC 시장 성장 전망이 예상된다.

전압형 HVDC와 전류형 HVDC 비교

	전류형 HVDC	전압형 HVDC
원리	- 사이리스터 소자 사용(Turn-On 만 가능), - 소자의 Turn-On 시간 조절, 흐르는 전류의 크기를 제어	- IGBT 사용(Turn-On/Off 가능), - 소자의 Turn-On/Off 를 통해 교류전압의 크기와 위상을 제어
장점	- 전력 손실률 낮음(약 0.7%), - 최대 1,100kV 11GW 급 이상 대용량	- 시스템 구성이 간단해 설치 면적 작음, - DC Grid 가능(터미널 수 제한 없음), - 양방향 송전이 자유로워 제어 용이
단점	- 무효전력 보상을 위한 별도 보상설비 필요, - 시스템 구성이 복잡해 설치 면적 넓음, - DC Grid 적용 어려움(3 개 이하)	- 전력 손실률 다소 높음(약 1%), - 최대 500kV, 1.3GW 급 용량, - 전류형 대비 설치 비용 높음(약 10~15%)
활용 범위	- 1:1 대용량장거리 송전에 적합	- 기술적 제약이 적어 용도 제한 없음, - 멀티터미널(1N) 연계 적합

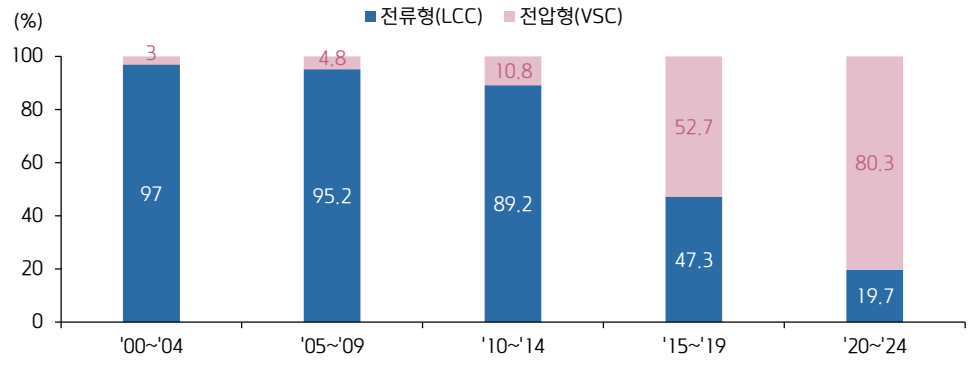
자료: 한국전기연구원(2019.3), 한국스마트그리드협회 'TC동향보고서', 삼정 KPMG, 키움증권 리서치센터

유럽과 북미의 HVDC 시스템의 전류형 및 전압형 분포 추이



자료: 'HVDC 해외 주요 프로젝트 및 기술 동향, 이동근(2025.01)', 키움증권 리서치센터

HVDC 프로젝트 발주 규모

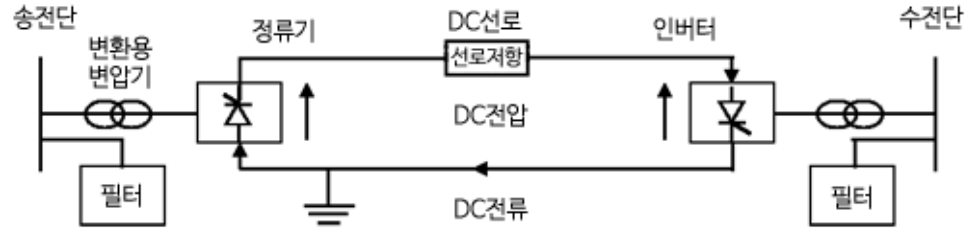


자료: 'HVDC 해외 주요 프로젝트 및 기술 동향, 이동근(2025.01)', 키움증권 리서치센터

HVDC 핵심 구성 요소

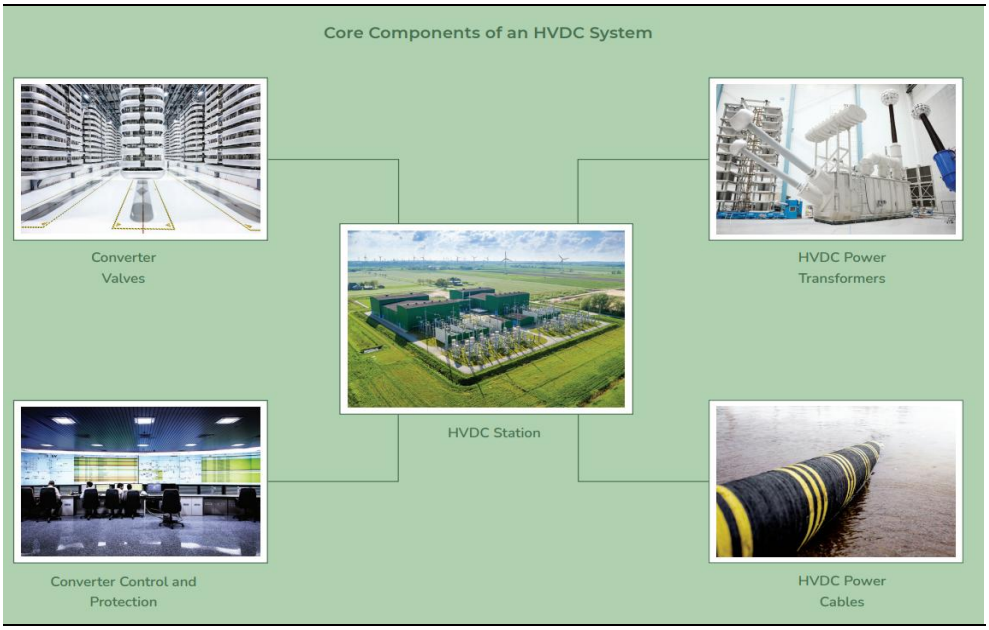
HVDC 송전 시스템 내 핵심 구성 요소는 크게 변환소 내 변환기 밸브, 변압기, 제어 및 보호 시스템, 케이블 등으로 구성된다. **1) 변환소**는 HVDC 송전 시스템의 중추로서 정류(교류 → 직류) 및 변환(직류 → 교류) 등 양방향으로 전력을 변환하는 역할을 수행한다. **2) 변환기 밸브**는 HVDC 시스템 내에서 대용량의 연속적인 전류 흐름을 보장하는 기능을 하며, 대용량 반도체 소자를 사용해 AC와 DC 변환을 제어한다. **3) 변압기**는 HVDC 운전에 맞춰 절연, 냉각 성능을 강화한 특수 변압기로, 변환기와 AC망을 안전하게 연결한다. **4) 제어 및 보호 시스템은** 초고속 디지털 제어로 직류 전류를 정밀 제어하여, 고장시 직류 차단이 어려운 특성을 보완한다. **5) 케이블**은 절연 설계와 손실 최소화를 통해 장거리, 대용량 직류 송전을 가능케하는 송전 매체이다.

HVDC 개념 다이어그램



자료: KAPES, 키움증권 리서치센터

HVDC 시스템 내 핵심 구성 설비



자료: Global Transmission Report, 키움증권 리서치센터

II. 글로벌 HVDC 시장 성장 경로

전기의 시대, 글로벌 전력망 투자 Super Cycle

국제에너지기구(IEA)에 따르면, 전 세계적으로 폭염, 에어컨 사용 증가, 데이터 센터 확장, 전기화 트렌드 등의 요인으로 전력 수요가 급등하고 있다. 이에 따라, 2025년~ 2026년까지 글로벌 전력 수요는 지난 10년 평균치(2.6%)를 큰 폭으로 상회할 것으로 전망된다. 글로벌 전력 수요가 증가하고 있는 가운데 재생에너지 중심의 전환과 AI 데이터센터 확대 트렌드로 인해 주요국들은 신속한 전력망(Grid) 확장이 요구되고 있다.

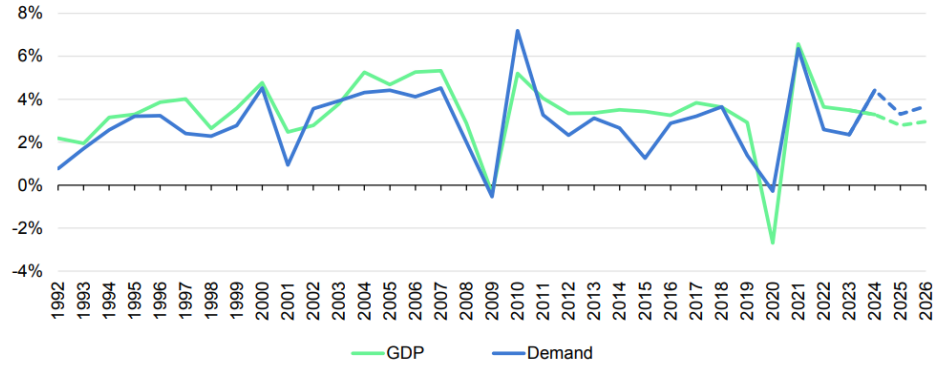
결국, 이 같은 전력 수요 급등은 향후 글로벌 전력망 투자를 가속화시킬 수 있는 배경이다. 미래 에너지 안보는 신재생에너지 급등에 기인한 전력계통 안정성 확보가 핵심 과제이다. 이에 향후 글로벌 전력산업 투자는 신재생에너지와 전력망을 중심으로 2035년까지 최소 70% 이상 증가될 것으로 전망된다. 특히, 2030년까지 송전망은 시나리오에 따라 약 70~110% 이상 확장될 것으로 추산되고 있다.

한편, 전력망 내에서도 전력을 최종 수요처까지 효율적으로 수송하는 송배전망은 현재 충분히 구축되지 않았고, 기존에 구축된 송배전망도 노후화된 상태이다. IEA에 따르면, 청정에너지 투자 중 발전 분야에 대한 투자는 '15년~'23년 간 연평균 9.3%씩 증가하였다. 반면, 송배전망 투자는 매년 약 3,000억 달러로 발전 분야 대비 정체된 흐름을 보였다. IEA에 따르면, 현재 전기를 생산하더라도 전력계통에 연계하지 못하고 연결 대기중인 재생에너지 프로젝트는 약 3,000GW 수준이다. 이를 감안시, 향후 신재생에너지 적기 공급을 위한 전력 계통 유연성을 확보할 수 있는 송배전망 인프라 투자가 증가할 전망이다.

신흥 및 선진 시장별로 전력망 투자 유형은 차별화될 것으로 보인다. 신흥국은 향후 3년간 전 세계 전력 수요 증가분의 85%를 차지할 전망이다. 이에 따라, 향후 전력 수요 급등 속 신흥 시장은 신규 송배전망 확충에 초점을 맞출 것으로 보인다. 반면, 미국, 유럽 등의 선진국은 송배전망 인프라의 약 40% 이상이 이미 20년 이상 노후화된 상태이다. 이에 선진국은 기존 송전선로 교체 및 현대화를 위한 투자가 집중적으로 진행될 전망이다.

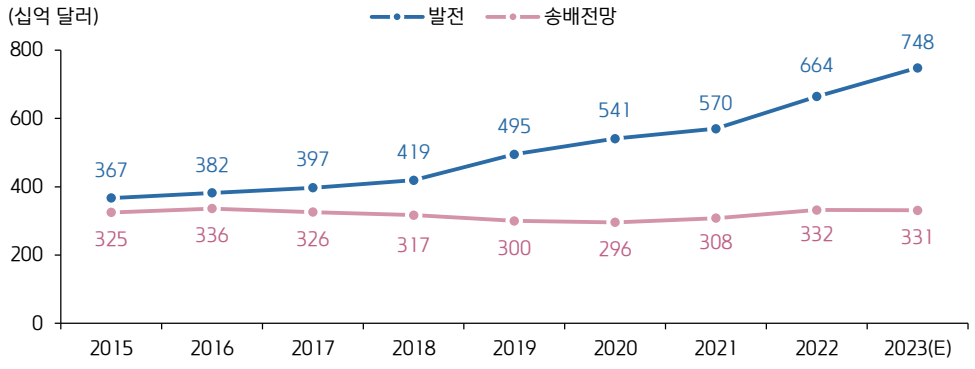
이처럼, 전 세계적으로 전력망 투자 슈퍼 사이클로 진입한 가운데 노후기기 교체와 신규 수요가 겹치며 글로벌 송배전기기 시장 또한 호황 사이클로 진입할 전망이다. 글로벌 송배전기기 시장 규모는 2023년 1,520억 달러에서 2,031년 2,656억 달러로 증가하여 연평균성장률(CAGR)이 6.4%로 전망된다. 향후 주요국을 중심으로 한 송배전망 구축 트렌드는 재생에너지 연계 및 차세대 전력망을 통한 송배전망 현대화이다. 이 과정에서 차세대 전력망 기술의 핵심인 HVDC 관련 설비 부품의 사업 영역도 확대될 것으로 전망된다.

전세계 전력 수요 연간 증가율 추이 : 기후위기와 AI발 전력 수요 급등



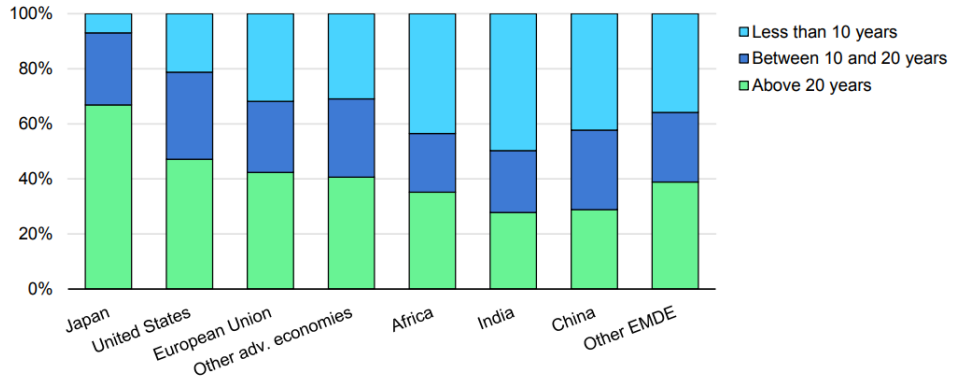
자료: IEA, 키움증권 리서치센터
주) 점선은 전망치

청정 에너지 투자 내 발전 및 송배전망별 전세계 투자 금액 : 발전 대비 저조한 송배전망 투자



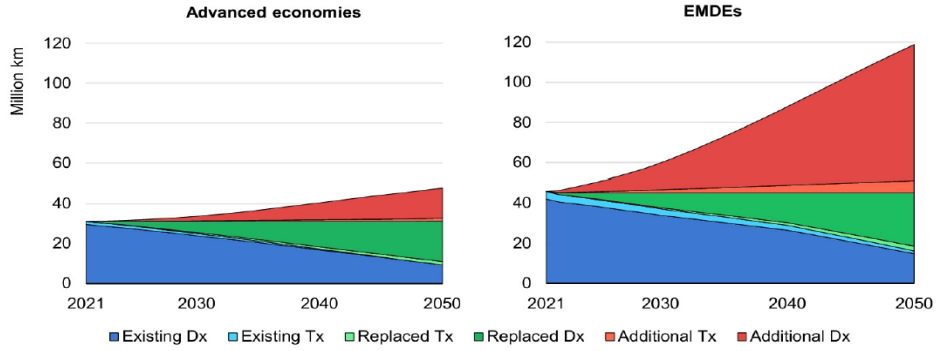
자료: IEA, 키움증권 리서치센터

주요국 및 권역별 송전선 노후화 비율 : 선진국을 중심으로 전력망 노후화



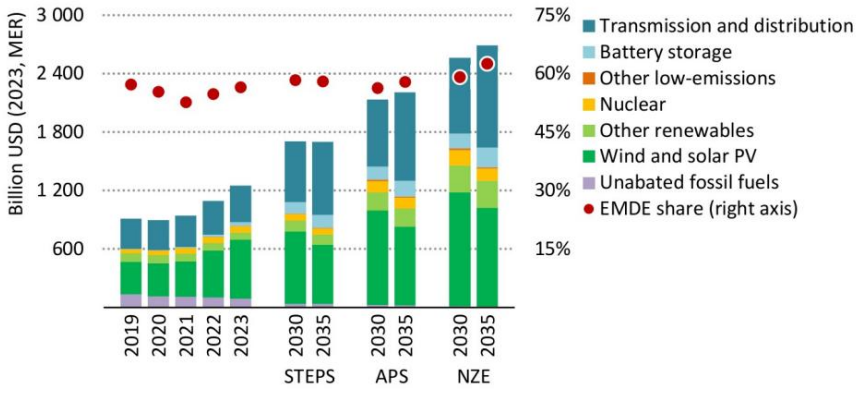
자료: IEA, 키움증권 리서치센터
주) 2023년 기준

2021~2050, 선진국, 신흥/개도국(EMDE) 전력망 증가 전망



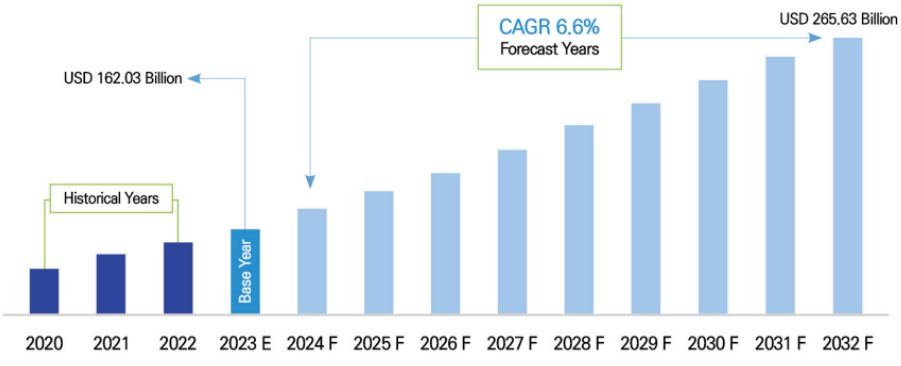
자료: IEA, 키움증권 리서치센터
주) DX = 배전선로, TX = 송전선로

2019~2035, 시나리오별, 부문별 글로벌 투자 및 신흥/개도국(EMDE) 비중



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

2023~2032, 글로벌 송배전(T&D) 중전기기 시장 전망



자료: strait research, 키움증권 리서치센터

글로벌 전력망 패러다임 변화, HVDC 성장 모멘텀 본격화

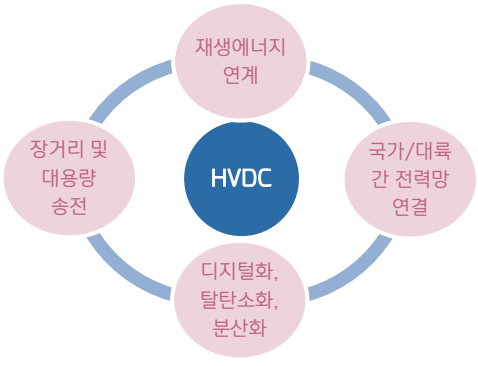
차세대 전력망 투자 트렌드는 1) 재생에너지 연계, 2) 장거리, 대용량 송전, 3) 3D(디지털화, 탈탄소화, 분산화), 4) 국가/대륙 단위 통합 슈퍼 그리드 등의 흐름을 반영할 것이다.

전력 전송 손실이 적고, 장거리 송전이 용이하고, 계통 안정성을 확보할 수 있다는 점에서 HVDC 산업은 차세대 전력망 트렌드와 부합하며, 향후 높은 시장 성장이 예상된다. 글로벌 시장조사 분석업체 MarketandMarket에 따르면, HVDC 송전 시장은 2030년까지 연평균 7.2%의 성장률(CAGR)을 기록하며 220.7억 달러 규모에 이를 것으로 전망된다.

최근 수십 년간 HVDC 도입이 크게 증가하며 현재 전 세계 HVDC 설비 용량은 375GW 수준이며, 향후 예정된 프로젝트를 고려하면 향후 20년 이내에 약 2배로 증가할 전망이다. 해외 HVDC 설비 현황을 살펴보면, 2010년대 들어 유럽, 중국을 중심으로 HVDC 사업이 다수 진행된 결과 '23년 기준 유럽 68개소, 중국 55개소, 북남미 54개소 등 전 세계적으로 약 200여 개소 이상이 운영 중이다. 중국, 북미는 HVDC를 통해 대규모 발전소와 소비지 간 연계를 이루고 있으며, 유럽은 장거리 해저 케이블 중심의 국가 간 연계가 특징이다.

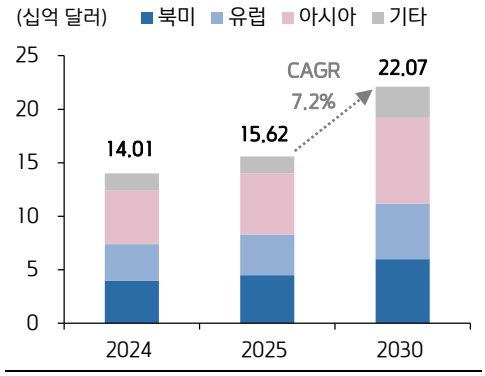
한편, 전압형과 전류형으로 구분해볼 때 설비용량 기준 현재 전 세계적으로 운영 중인 HVDC 비중의 약 83%는 전류형이고, 17%는 전압형이다. 다만, 향후 기술 개발 및 재생에너지 연계 목적 등을 감안한다면 재생에너지 접속에 유리한 전압형 HVDC 중심으로 증가할 것으로 전망된다. 실제로, '23년 기준 예정된 HVDC 프로젝트 발주 계획(총 101) 중 75개는 전압형 HVDC 프로젝트이다.

차세대 전력망 트렌드와 HVDC 성장 요인



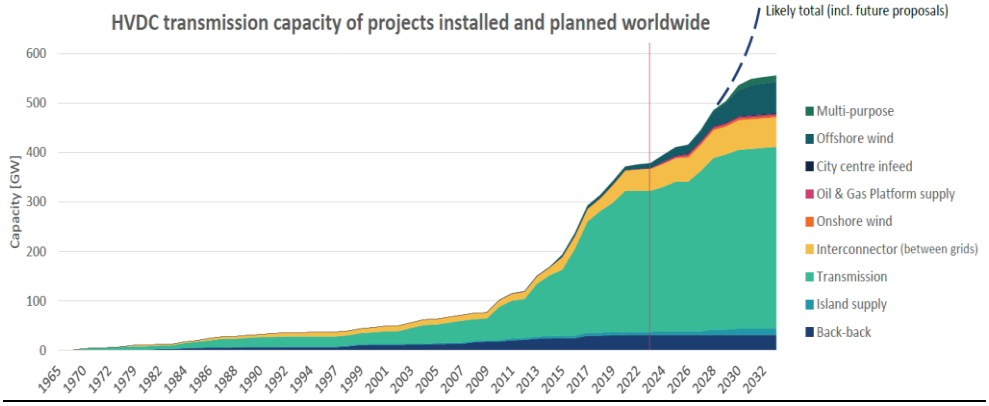
자료: 키움증권 리서치센터

글로벌 HVDC 송전 시장 규모 전망



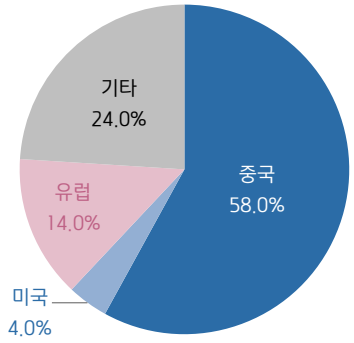
자료: MarketandMarket, 키움증권 리서치센터

글로벌 HVDC 송전 용량(GW) 전망 : 현재 375GW 수준에서 20년 이내 약 2배 이상 급증할 전망

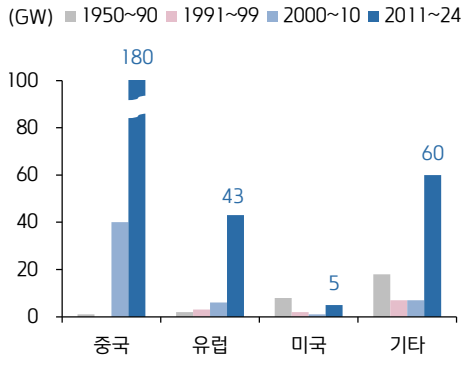


자료: Brattle, 키움증권 리서치센터

'24년 국가별 HVDC 설비 용량 비중

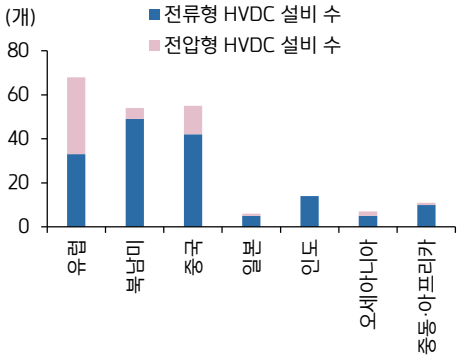


국가별 HVDC 설비 용량 성장 추이

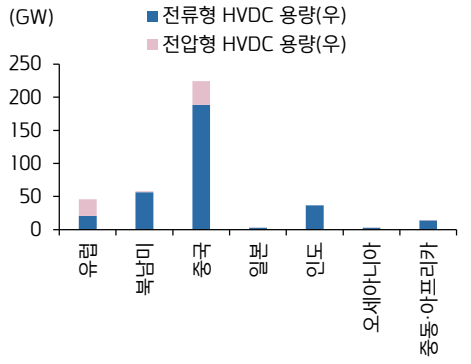


자료: Global Transmission Reprot, 키움증권 리서치센터

권역별 HVDC 설비 수 현황

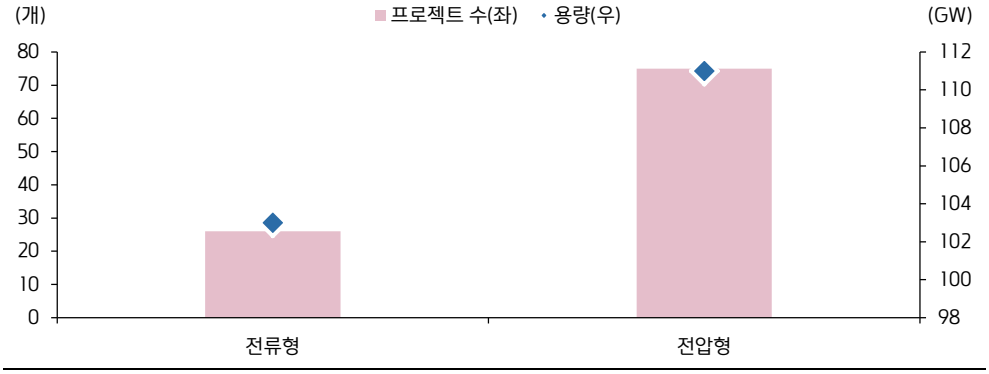


권역별 HVDC 설비 용량 현황



자료: HVDC Newsletter – RTE-i(프), 키움증권 리서치센터,
주) 2023년 기준

글로벌 HVDC 프로젝트 발주 계획 현황



자료: RBJ 엔지니어링(캐나다), 키움증권 리서치센터, 주) 2023년 기준

기획중(Planning), 건설중(Under construcion), 완료(Completed)된 주요 HVDC 프로젝트

	완료 (예상) 연도	프로젝트명	참여 국가	프로젝트 예산	지상 케이블 (km)	해저 케이블 (km)	GW 용량
기획중	2030 년대	Xlinks	모로코-영국	280~300 억 달러	0	3,800	3.6
	2030	Western Isles	영국	12 억 파운드	80	81	1.8
	2030	Marinus Link	호주	30~33 억 달러	90	250	0.75
	2028	Tyrrhenian Link	이탈리아	37 억 유로	0	970	1
	2027	Australia-Asia PowerLink	호주-동남아	240 억 달러	800	4,300	1.75
건설중	2031	Nederwiek 2	네덜란드	21 억 달러	0	95	2
	2028	NeuConnect Power Project	독일-영국	31 억 달러	725	혼합	1.4
	2025	ADNOC-TAQA Project Lightning	아랍에미리트	38 억 달러	0	264	3.2
	2025	Shetland HVDC Link	스코틀랜드	6.6 억 파운드	10	253	600 MW
	2025	SuedLink	독일	110 억 달러	700	0	4
	2025	사우디-이집트 전력 연결 프로젝트	사우디아라비아-이집트	1 단계: 18 억 달러	1,350	22	3
완료	2023	Viking Link	덴마크-영국	17 억 파운드	0	765	1.4
	2022	에티오피아-케냐 HVDC 연결 프로젝트	에티오피아-케냐	13 억 달러	1,045	0	2

자료: Atlantic Council, 키움증권 리서치센터

주요 HVDC 활용 분야 ① 장거리 송전

HVDC의 가장 대표적인 활용 분야는 대용량 전력의 장거리 송전이다. HVDC는 직류 송전을 통해 무효전력이 발생하지 않아 손실이 AC 대비 30~40% 감소함에 따라 수천 km급 초장거리 송전에서도 경제성이 확보될 수 있기 때문이다.

특히, 대부분의 풍력, 태양광, 수력 등 재생에너지 발전지는 수요지와 멀리 떨어진 외곽, 해상, 국경 지역에 위치하고 있는 상황이다. 이에 따라, 대규모 재생에너지 전원과의 연계를 위한 장거리 송전 목적으로 HVDC 기술 활용의 중요성이 증가하고 있다.

대표적으로, 중국은 세계에서 가장 적극적으로 HVDC를 장거리 송전에 활용하는 나라이다. 중국은 2000년대 이후 기술 자립을 위하여 지속적으로 HVDC 기술 개발을 추진해왔다. 중국이 HVDC 개발에 적극적인 이유는 산업 발전과 도시화에 따른 전력 수요 급증으로 인해 발전 단지와 수요 지역 사이 장거리 전력망을 구축해야 했기 때문이다.

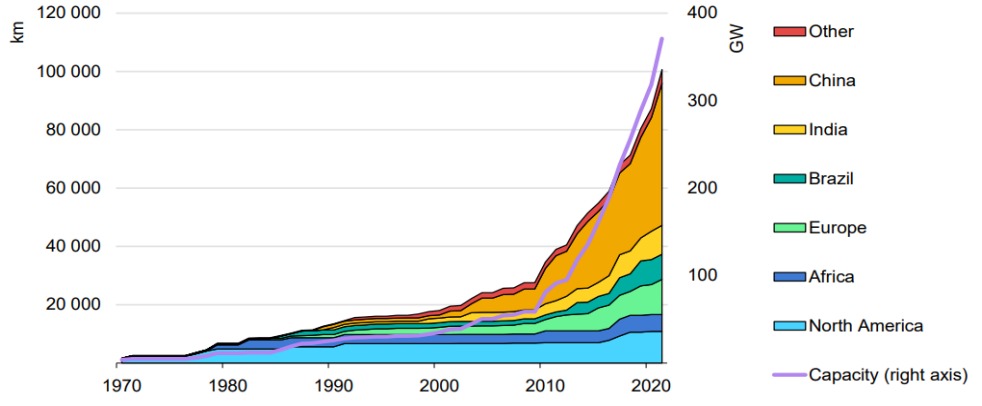
이에 따라, 중국은 현재 20개가 넘은 UHVDC 프로젝트를 운영 중이고 지속적으로 새로운 송전선로를 구축하고 있다. 가령, 창지-구베이 +1,100Kv UHVDC 프로젝트는 현재 세계에서 가장 높은 전압을 사용하며, 약 3,000km의 거리를 연결하고 있다.

주요 HVDC 활용 프로젝트 ① 장거리 송전

프로젝트	개발사	용량	전압	송전선 길이	준공 연도	HVDC 공급사	목적
Jinping-Sunan (중국)	중국국가 전력망공사	7.2GW	±800 kV	2,090 km	2013	Siemens Energy, Hitachi Energy	중앙-서부 수력발전소를 동부 지역과 연결
Northeast-Agra (인도)	인도전력망공사	8GW	±800 kV	1,728 km	2017	Hitachi Energy, Bharat Heavy Electricals	인도 북동부와 중북부 간 최초의 ±800kV 멀티터미널 송전
Changji-Guquan (중국)	중국국가 전력망공사	12GW	±1,100 kV	3,000 km	2019	Hitachi Energy, Siemens Energy	최초의 ±1,100kV 프로젝트, 장거리 발전소 연계
TransWest Express (미국)	TransWest Express LLC	3GW	±600 kV	1,175 km	2027 예정	Siemens Energy	와이오밍에서 콜로라도, 유타, 네바다로 풍력 송전

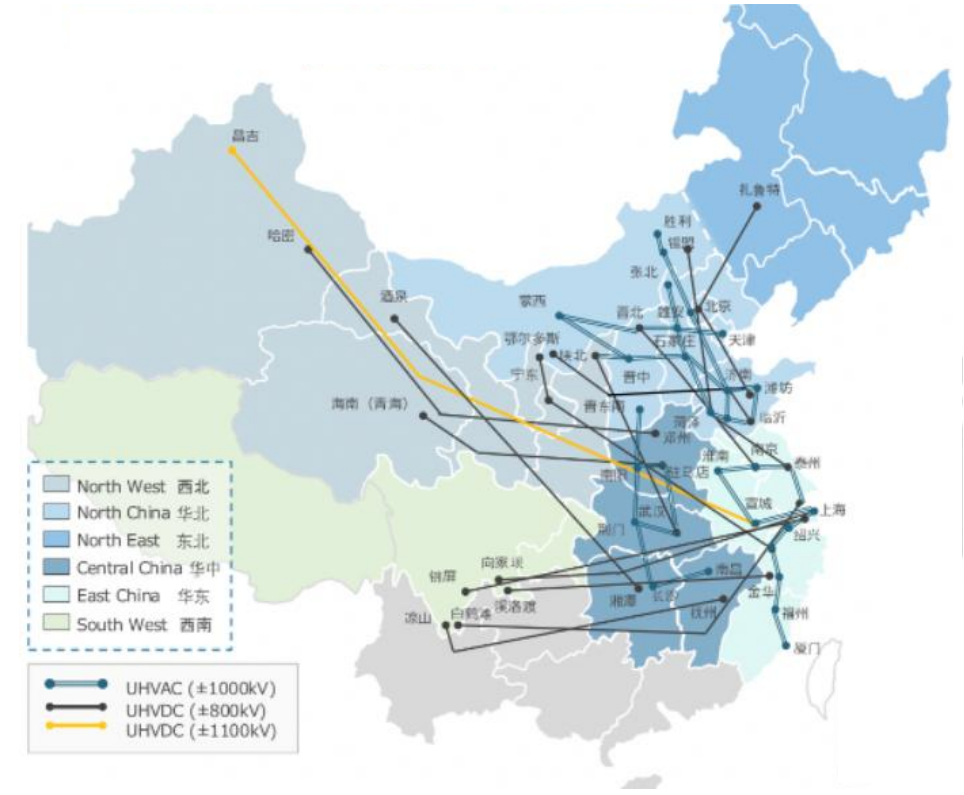
자료: Global Transmission Report, 키움증권 리서치센터

국가 및 권역별 HVDC 송전선로 길이 추이 : 넓은 영토를 보유한 중국, 인도, 브라질 HVDC 활용 ↑



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

중국 전력망 내 UHV 송전선로 배치도 : 내륙과 도시를 연결하는 장거리 송전망을 UHVDC로 활용



자료: Integral, 키움증권 리서치센터, 주) 2024년 8월 기준

주요 HVDC 활용 분야 ② 국가/대륙 간 상호 연결

국가/대륙 간 전력망 상호 연결(Interconnection)에도 HVDC 기술은 효과적으로 활용된다. 50Hz, 60Hz 등 국가별로 전력망 주파수는 다를 수 있다. 기존 AC 시스템을 사용할 경우 서로 다른 송전 시스템을 연결하기 위해 주파수를 동기화해야 하므로, 이 과정에서 기술적 난이도와 비용이 상승한다는 단점이 존재한다. 다만, HVDC는 다른 계통 간 주파수와 무관하게 연결이 가능함에 따라 동기화가 불필요하다는 장점이 있다.

HVDC의 이 같은 장점을 활용하여 다른 전력 계통을 보유한 국가 간의 전력 공유시스템인 슈퍼그리드를 형성하는 것이 현실화될 수 있다. 이 과정에서 상호연결선(Interconnector)은 현대 전력시스템의 핵심 요소로 인접 국가나 지역의 전력망을 연결하는 역할을 한다 또한, 재생에너지의 출력 제약(curtailement)을 피하거나 기술적 사고 발생 시 국가 간 전력 거래를 가능하게 한다. 즉 국가 간 연계를 통해 도매 전력가격이 낮아지고, 재생에너지 통합과 효율적 활용이 증대되어 전력 공급의 안정성이 강화될 수 있다는 것이다.

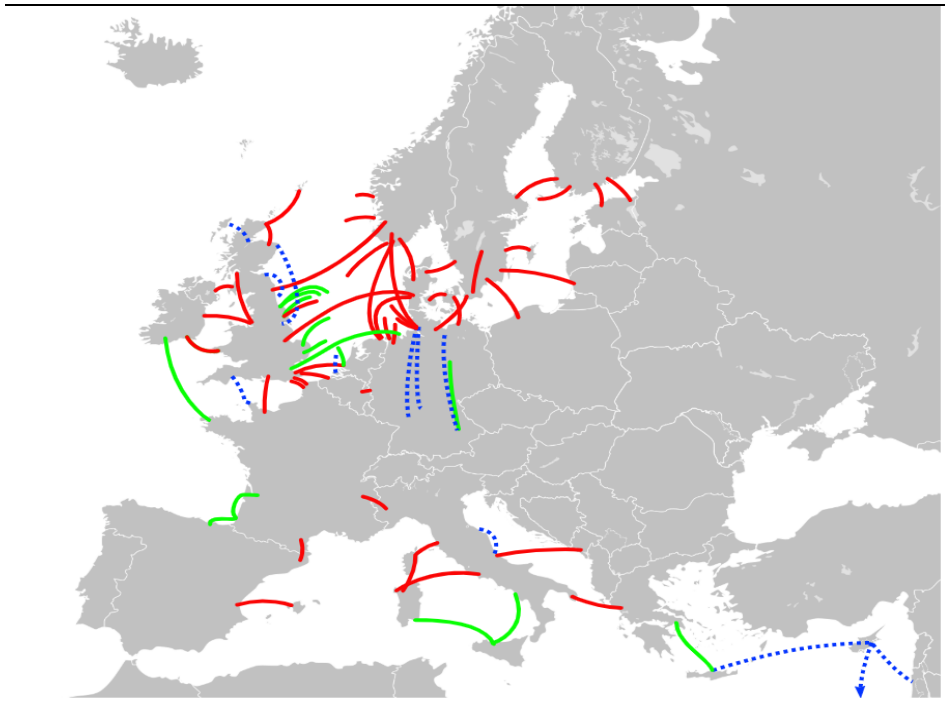
대표적으로, 유럽은 국가 간 전력망 연계에 있어 가장 선도적인 지역이며, 이 과정에서 HVDC가 핵심 역할을 수행하고 있다. 유럽은 초국경 전력 거래 네트워크, 재생에너지 자원의 최적 활용을 목적으로 HVDC를 활용하여 슈퍼 그리드를 형성하고 있다. 덴마크와 영국 간 765km를 잇는 Viking Link, 노르웨이와 영국 간 730km를 연결하는 North Sea Link 등이 유럽 내 대표적인 국가 간 전력망 연계 사례이다.

주요 HVDC 활용 프로젝트 ② 국가/대륙 간 상호 연결

프로젝트	개발사	용량	전압	송전선 길이	준공 연도	HVDC 공급사	목적
BritNed (영국/네덜란드)	National Grid, TenneT	1GW	±450kV	260km	2011	Siemens Energy	에너지 안보 및 시장 통합
Piedmont-Savoy (이탈리아/프랑스)	Terna, RTE	1.2GW	±320kV	190km (지중)	2022	GE Vernova	프랑스와 이탈리아 간 지중 터널을 통한 연결
Viking Link (영국/덴마크)	National Grid, Energinet	1.4GW	±525kV	765km	2023	Siemens Energy	최장 육상 및 해저 HVDC 연결, 에너지 거래 확대
사우디-이집트 상호연결선	사우디전력공사, 이집트전력공사	4.5GW	±500kV	1,350km	2025	Hitachi Energy	중동과 북아프리카간 최초의 멀티터미널 HVDC 프로젝트

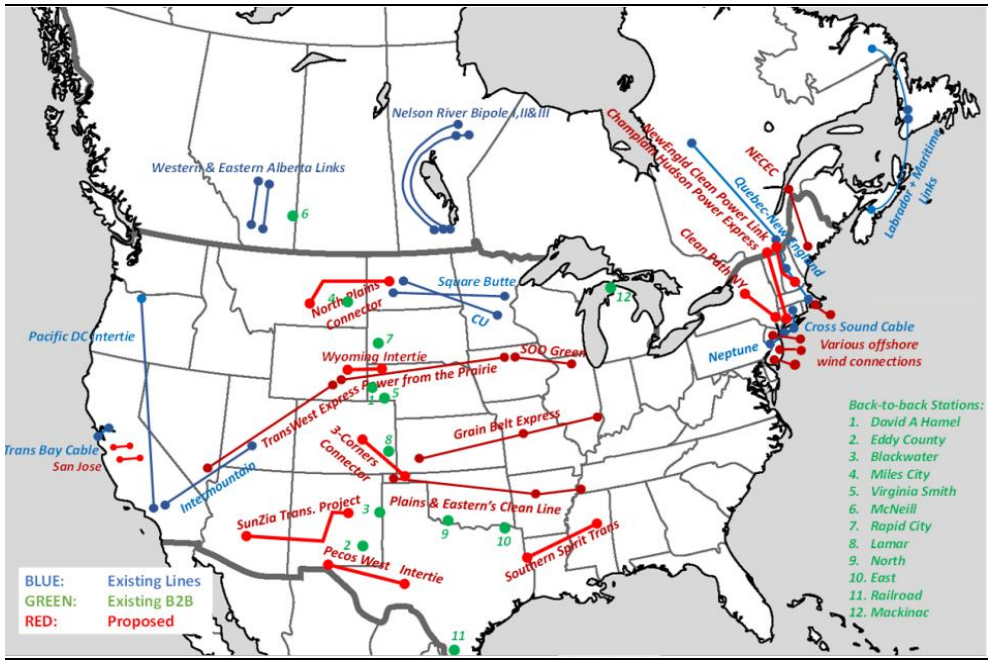
자료: Global Transmission Report, 키움증권 리서치센터

유럽 내 HVDC 송전선로 배치도 : HVDC 기술을 활용한 유럽 국가 간 상호 연결망



자료: Wikipedia, 키움증권 리서치센터, 주) 2025년 4월 기준, 빨강 = 기존 시설, 녹색 = 승인된 프로젝트, 파랑 = 검토 중

기존 건설 및 계획/제안된 북미 HVDC 프로젝트 : 북미 지역 간 제안된 프로젝트는 대부분 HVDC



자료: Brattle, 키움증권 리서치센터

주요 HVDC 활용 분야 ③ 도심 전력 공급

HVDC는 도심 환경 특성과 AC 송전의 한계로 인해 대도시 전력 공급에도 점점 많이 쓰이고 있다. 일반적으로 대도시는 송전선로를 구축할 면적이 부족하고, 송전탑 설치에도 제약이 있다. 도심 내 신규 인프라 부지 확보에는 토지 부족, 엄격한 환경 규제, 지역사회 반대 등이 장애물로 작용하기 때문이다.

기존의 AC 시스템은 케이블이 길어질수록 무효전력 손실이 커서 도심 지중화에 비효율적이다는 단점이 있다. 다만, HVDC는 무효전력이 없기 때문에 도심까지 안정적인 전력 수송이 가능하다는 점에서 지중화(Undergrounding)에 유리하다. 이 과정에서 소음 저감 등 환경 영향도 최소화할 수 있다는 점도 또 다른 장점이다. 또한, 도심은 고층 빌딩, 산업시설 등으로 전력 수요 밀집도가 매우 높은 편이다. HVDC는 대용량 송전이 가능하고, 전력 흐름 제어가 가능하다는 점에서 대도시 전력 안정성을 높일 수 있다.

대표적인 사례가 인도의 뭄바이이다. 인도의 뭄바이는 전기 소비량이 급격하게 증가함에 따라 대도시로의 전력 공급을 필요로 하고 있다. 뭄바이 내 HVDC 송전망은 최대 1GW의 전력을 공급하여 도시 외부로부터 전력 공급량을 약 50% 가량 증가시킬 전망이다.

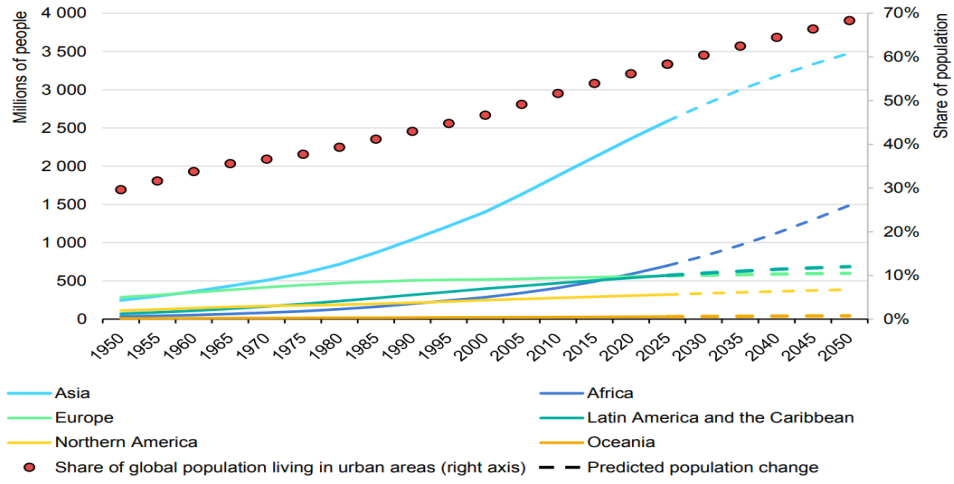
IEA에 따르면, 현재 전 세계 인구의 절반 이상이 이미 도시 지역에 거주하며, 이 비율은 2050년까지 약 70%로 증가할 것으로 전망된다. 특히, 아시아, 아프리카 등 신흥국을 중심으로 도시화는 더 가파르게 진행될 것으로 예상되고 있다. 이처럼, 급속한 전력 소비 증가가 전망되는 신흥국 내 도심 혹은 미국 대도시를 중심으로 HVDC의 지중화 및 전력 제어 흐름 용이성을 활용한 HVDC 프로젝트가 확대되고 있다.

주요 HVDC 활용 프로젝트 ③ 도심 전력 공급

프로젝트	개발사	용량	전압	송전선 길이	준공 연도	HVDC 공급사	목적
Trans Bay Cable (미국)	Trans Bay Cable LLC	400MW	±200kV, VSC	85km (해저지중)	2010	Siemens Energy	샌프란시스코에 추가 전력 공급 및 혼잡 해소
뉴욕 허드슨 송전 (미국)	PowerBridge	660MW	AC-DC-AC	12km	2013 (2018 제어시스템 업그레이드)	Siemens Energy	뉴저지 백투백 컨버터를 통한 대도시 공급
Mumbai Green HVDC(인도)	Adani Energy	1GW	±320kV, VSC	80km (지상,지중)	2025 예정	Hitachi Energy	VSC-MMC 기반, 뭄바이 대도시 전력공급 증강

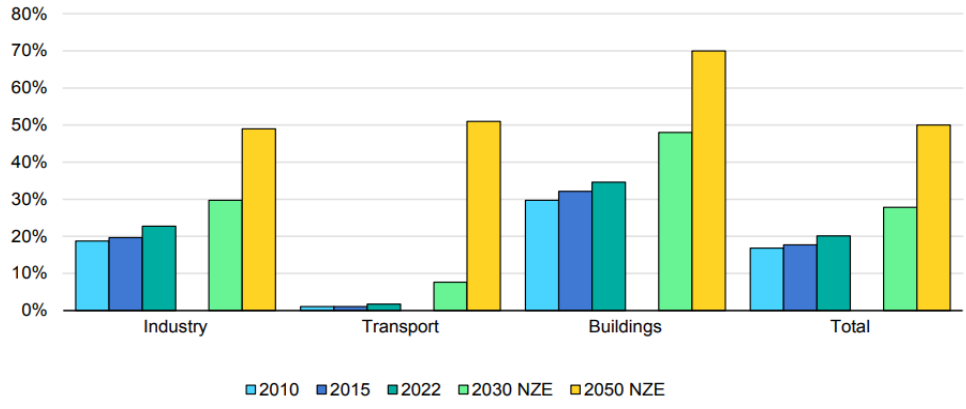
자료: Global Transmission Report, 키움증권 리서치센터

주요 권역별 도시 인구 현황 및 전망 : 신흥국을 중심으로 도시화 진행 중



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

부문별 최종 에너지 소비에서 전기가 차지하는 비중 전망 : 2050년까지 전기 비중 50% 이상 증가



자료: IEA, 키움증권 리서치센터, 주) NZE = 2050년 넷제로 시나리오

주요 HVDC 활용 분야 ④ 해상 풍력 등 재생에너지 연결

HVDC는 대규모 수력, 풍력, 태양광 등 재생에너지의 전력망 연결에 중요한 역할을 한다. 일반적으로, 재생 에너지원은 출력 변동성이 커서 일정한 주기를 가진 AC와 바로 연결되기는 어렵다. 특히, 해상 풍력은 무효전력 보상 장비 및 동작 전압이 필요하므로 바로 육상 송전망과 연결할 방법도 제한된다. 따라서, 기존 AC 송전 설비와 직접 연결하기 어렵기 때문에 풍력 발전설비에서 발전된 전력을 직류로 변환한 후에 HVDC로 연결하는 편이 유리하다.

특히, 최근 몇 년간 해상 풍력이 탄소중립의 핵심 발전원으로 자리잡게 되면서 해상풍력 프로젝트가 다수 추진되고 있다. GWEC(세계풍력에너지협회)에 따르면 전 세계적으로 2030년 380GW, 2050년 2,000GW의 해상풍력 설비가 필요할 것으로 전망된다. 이에 따라, 향후 늘어나는 해상 풍력 프로젝트에 핵심 기술인 HVDC에 대한 수요도 향후 연동해서 증가할 것으로 기대된다.

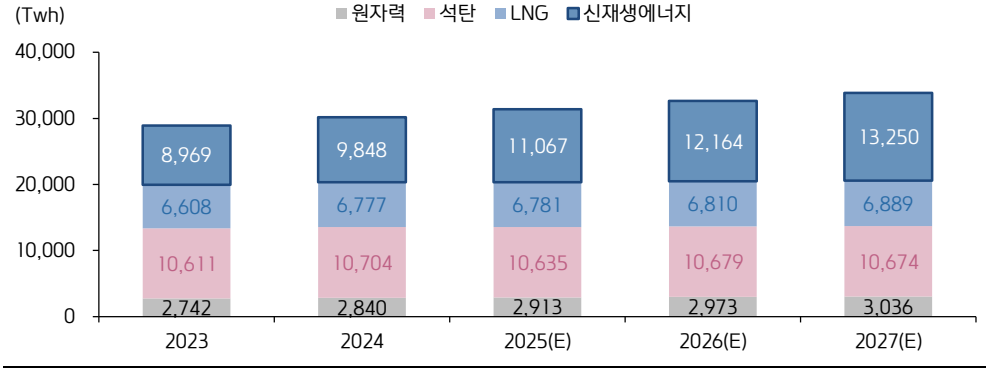
한편, 유럽은 해상 풍력과 HVDC 연계 분야의 선두 주자이다. 일례로, 독일은 2010년 세계 최초로 해상 풍력 단지와 육상 변전소를 연계하는 최초의 전압형 프로젝트인 BorWin 1을 시작으로 유럽을 중심으로 해상풍력 HVDC 프로젝트가 급증했다. 영국 또한 북동부 북해 연안에 위치한 Dogger Bank에서 총 3.6GW에 달하는 해상 풍력 HVDC 연계 프로젝트를 진행중이며, A, B, C의 세 단계로 개발되고 있다.

주요 HVDC 활용 프로젝트 ④ 해상 풍력 등 재생에너지 연결

프로젝트	개발사	용량	전압	송전선 길이	준공 연도	HVDC 공급사	목적
BorWin2 (독일)	TenneT	800MW	±300kV, VSC	200km (해상+육상, 75km 지상)	2015	Siemens Energy	해상 풍력 HVDC 연계
DolWin3 (독일)	TenneT	900MW	±300kV, VSC	83km 해저 + 79km 지중	2018	GE Vernova	해상 풍력 HVDC 연계
Dogger Bank A,B,C(영국)	SSE Renewables, Equinor, Vårgrønn 합작	3.6GW	±320kV, VSC-MMC	680km (해상+지중 전체, A,B:205km, C:270km)	2023, 2024, 2026	Hitachi Energy-Aibel 컨소시엄	영국 최초 ±320kV HVDC 해상 풍력 송전망 연결

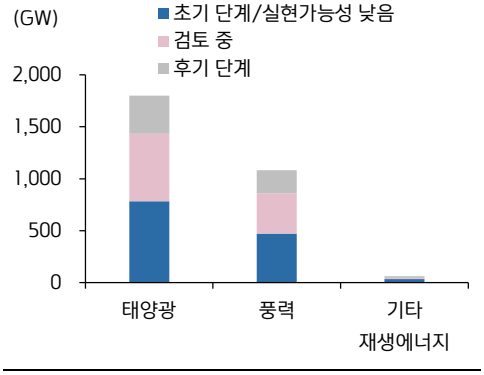
자료: Global Transmission Report, 키움증권 리서치센터

전 세계 발전원별 발전량 추이 : 신재생에너지 발전량 '23년~'27년까지 연평균 10.2% 증가



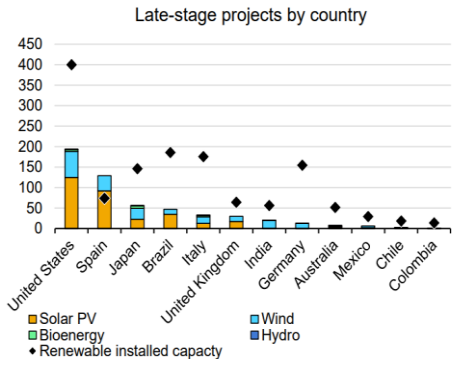
자료: IEA, 키움증권 리서치센터

전 세계 재생에너지 프로젝트 대기열 현황



자료: IEA, 키움증권 리서치센터,
주) 2024년 기준

국가별 재생에너지 후기 단계 프로젝트 현황



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

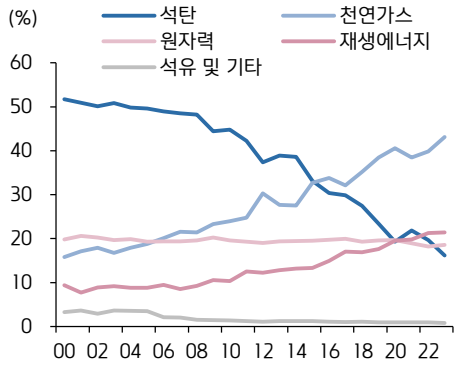
미국 전력망 및 HVDC 동향 : AI발 전력망 병목 현상 속 HVDC 수요 확대

미국의 전력망은 현재 심각한 노후화 및 인프라 부족 현상으로 차세대 전력망에 대한 투자 확대 필요성이 대두되고 있다. 미 에너지부(DOE)에 따르면, 미국 내 설치된 송전선의 70%는 최소 25년 전에 설치되었으며, 대형 변압기의 평균 연령은 40년을 초과한 상태이다. 또한, 에너지 전환 가속화, 보조금 지원에 힘입어 미국 내 재생에너지 발전량은 '01년(7.7%) 대비 '24년(22.4%)로 약 3배 가량 확대되었다. 이처럼 태양광, 풍력 등 재생에너지 발전이 급증하는 상황에서 재생에너지의 간헐성 및 높은 지역 집중도로 인해 기존 전력망과의 통합에 난항을 겪고 있는 상황이다. 이에 따라, '23년 기준 미국 내 전력망 연결 대기 중인 발전 프로젝트는 약 11,600개로 전체 발전 설비 용량의 약 2배 규모인 2,598GW에 달하고 있다. 이 중 태양과 배터리 비중이 76%를 차지하고 있다.

그 외에 데이터센터발 전력 수요 확대로 인해 전력계통 부담이 가중되어 차세대 전력망 인프라 확충 필요성이 높아지고 있다. LBNL에 따르면, 2014년~2016년 약 60TWh로 유지되던 미국 데이터센터의 연간 에너지 사용량은 2017년부터 서버 설치 기반 확장, AI 활용을 위한 GPU 서버 확대로 인해 지속적으로 증가하여 2023년에는 미국 전체 전력 소비량의 4.4%인 176TWh에 달하는 급증하였다.

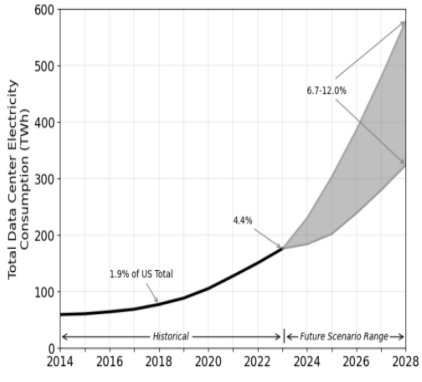
또한, '28년 데이터센터 에너지 사용 총량은 약 325~580TWh 범위로 추정되며, 이는 미국 전체 전력 소비량의 6.7~12.0%를 차지할 것으로 예상되고 있다. 데이터센터를 중심으로 전력 수요가 빠르게 증가함에 따라 미국은 전력망 운영을 위하여 공급 안정성 확보와 중장기 전력 인프라 재편의 필요성이 빠르게 커지고 있다. 극한 기후 상황이나 예상치 못한 전력 수요 급증에 대비하기 위해 미국 전역에 35GW의 추가 송전 용량 확보가 필요하며, 안정적인 데이터센터 운영을 위해 지역 간 전력망 연계 확대가 더욱 중요해질 전망이다.

미국 전원별 발전 비중 변화 추이



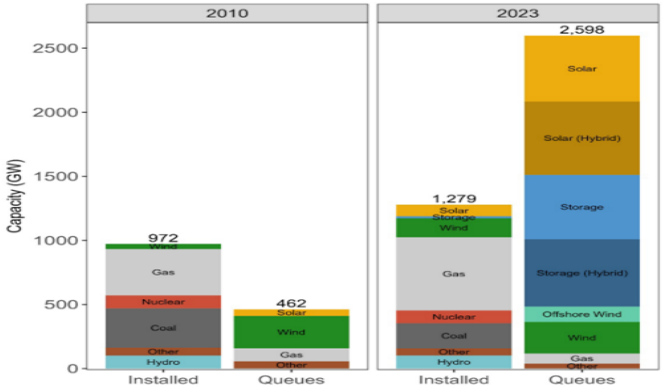
자료: EIA, 키움증권 리서치센터

미국 데이터센터 총 전력 사용량 전망



자료: Lawrence Berkeley National Laboratory, 키움증권 리서치센터

미국 전력망 연결 대기 중인 설비 용량 : 미국 발전 용량 2배 분량의 프로젝트가 연결 대기 중



자료: Lawrence Berkeley National Laboratory, 키움증권 리서치센터

미국 내 주요 지역별 데이터센터와 송전 수요 및 대응 현황

지역	데이터센터 관련도	주요 이슈	송전 수요·대응 현황
Texas RE-ERCOT	매우 높음	- 중부 텍사스 지역에서 데이터센터를 포함한 전력 부하 급증으로 송전 병목 현상 발생 - 이를 해결하기 위해 2024 년 3 월 남부 지역에 4 개의 계통연계 신뢰도 운전 한계(Interconnection Reliability Operating Limit, IROL) 도입 - 대규모 전력 소비로 인해 기존 송전 인프라 수용 한계 도달	- 송전 제약 대응 및 신뢰도 확보를 위한 계통연계 신뢰도 운전 한계(IROL) 운용 - 추가적인 송전 인프라 투자 필요
PJM	매우 높음	- 세계 최대 데이터센터 밀집 지역인 버지니아주 라우든 카운티가 PJM 관할 구역 내 위치하며, 데이터센터의 대규모 성장이 전력 수요 증가를 견인하는 중 - 여름철 피크 수요가 향후 10 년간 연평균 1.6% 증가할 것으로 예측되며, 그 중심에 데이터센터 수요가 있음	- 수요 예측 모델 고도화 및 장기 계획 반영 추진 중
NPCC -New York	높음	- 노후 발전소 폐지, 데이터센터로 인한 수요 증가가 맞물리며 전력 공급 여유분이 감소하는 중 - 특히 해상풍력 발전 확대와 뉴욕 북부-남부 간 발전원 연결을 위한 송전망 확충 필요 - 전력 공급에 여유가 있는 북부 지역의 전력을 수요가 많은 남부로 원활히 이동시켜야 하는 필요성 존재	- 송전망 확충이 최우선 과제로 부상
WECC-CA/MX	중간~높음	- 전기차 충전 인프라, 건물 전기화 및 데이터센터 증가로 인한 피크 수요 급등 예상(2024 년 56.4GW→2034 년 69.1GW, 약 22.5% 증가) - 현 송전망으로는 장기 수요 대응이 어려워 고압 송전 인프라 부족 우려	- 500kV 이상 대형 송전 프로젝트 17 건 추진 중
MISO	간접적	- 신규 발전 자원 53GW 통합을 위한 장기 송전 계획(Long-Range Transmission Planning, LRTP) 1 단계 추진 중 - 이후 2 단계에서 송전망 확충으로 최대 115.7GW 수용 계획 - 현재로선 신재생 자원과 일반 부하 중심이지만, 데이터센터 수요 수용 가능성 내포	- 장기 송전 계획(LRTP) 1 단계 진행 중

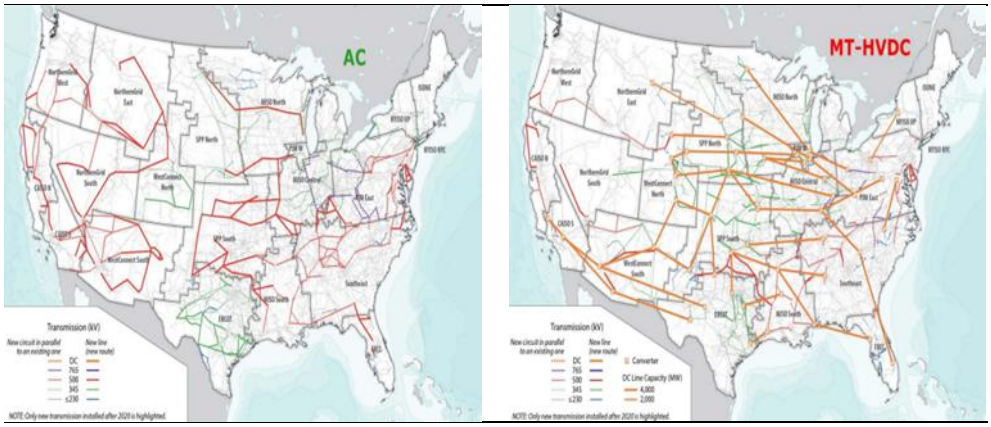
자료: 북미전기안정성공사, KOTRA 실리콘밸리 무역관, 키움증권 리서치센터

DOE의 'National Transmission Planning Study(2024)' 보고서에 따르면, 미국 내 전력망 구축시 기존 AC(교류) 방식 대비 HVDC 기반 구축이 비용 대비 편익이 높다는 연구 결과가 제시되었다. 해당 보고서에 따르면, HVDC 기술을 활용한 시나리오 하에서는 전체 소비 에너지의 30%가 지역 간 송전망을 통해 흐름으로써 지역 간 전력 교환이 크게 증가하고 송전 효율성이 증가한다. 또한, HVDC 기술 허용을 통해 계통 간 연결 용량이 현재 약 2GW에서 2035년까지 40GW 이상 대폭 확대됨에 따라 미 동부, 서부, 텍사스 간 전력 교환 능력을 혁신적으로 향상시킬 수 있다.

향후 미국은 규제 완화와 대규모 자금 투자 계획을 통해 HVDC 대폭 확충을 골자로 한 전력망 구축이 본격화될 것으로 예상한다. 미 에너지부(DOE)에 따르면, 2035년까지 청정에너지 목표 달성을 위해 주 별 송전용량을 2배로, 주 간 송전용량은 5배로 늘려야 한다고 추산하였다. 또한, 연방에너지규제위원회(FERC)는 태양광, 풍력, ESS 등 재생에너지 프로젝트 급증에 따른 전력망 계통 연결 대기 기간 증가에 따라 전력망 계획 및 발전소 계통 연계 절차 개선을 위한 Order 2023('23년 7월), Order 1920('24년 5월) 조치를 승인하기도 하였다.

현재, 미 연방정부는 다수의 전력망 확충 프로그램을 추진하고 있다. 대표적으로, 에너지부(DOE)는 최근 국가 전력망의 디지털화, 현대화 촉진을 위한 '더 나은 그리드 구축 이니셔티브'(Better Grid Initiative, BGI)를 추진하며, 대용량 전력망 구축과 배전시스템 유연성 강화를 위한 투자를 발표하였다. 그 외에도 지역 간 망 연결 강화를 위한 장기적 보조금 지원(TFP), 송전선 허가 절차 가속화 및 지역경제 개발(TSED), 기후위기에 적극 대응하는 그리드 망 시스템 구축(GRIP) 등 전력망 관련 정책을 추진하고 있다. 이처럼, 정부 주도의 전력망 투자가 본격화된 가운데 미국의 HVDC 송전망은 전체의 1% 수준에 불과하다는 점을 감안한다면 향후 미국 내 HVDC 프로젝트는 증가할 전망이다.

미국 전력망 AC와 HVDC 기반 시나리오 비교 : 장거리 송전, 지역 간 연계 측면에서 HVDC가 우수



자료: DOE, 키움증권 리서치센터

미국 내 전력망 확충 프로그램 정리

더 나은 그리드 구축 이니셔티브(Better Grid Initiative, BGI)	- '35 년 100% 청정전기 생산 및 2050 탄소제로경제를 위한 전력망 혁신: **대용량 전력망 구축과 배전시스템 유연성 강화 투자** - 전국 각 지역의 전력망을 연결하여 기후 복원력을 높이고 재생에너지원 접근성을 개선하기 위해 양당 인프라법(Bipartisan Infrastructure Law, BIL)에 기반한 대규모 투자로 전력망 혁신 추진
송전 원활화 프로그램(Transmission Facilitation Program TFP)	- **지역 간 망 연결 강화를 위한 장기적 보조금 지원** - DOE 는 국가적 송전망 신규 확충 및 마이크로그리드 등 지역간 연결을 지원하고 기후변화에 대비하여 전력망을 현대화하기 위해 5 년간 최대 23 억 달러를 보조금으로 지원
송전 입지 및 경제개발 보조금 프로그램(Transmission Siting and Economic Development Grants Program, TSED)	- **송전선 허가 절차 가속화 · 지역경제 개발** - TSED 보조금 프로그램은 인플레이션 감축법(IRA)을 통해 7 억 6 천만 달러 규모로 투자되며, 고압 송전 프로젝트 허가를 가속화하고 송전선이 지나가는 지역의 경제개발을 지원하는 내용임. 2024 년 16 개 주의 20 개 프로젝트를 선정하여 각 프로젝트에 최대 3 억 7 천만 달러를 지원
그리드 탄력성 개선 및 혁신 파트너십 프로그램(Grid Resilience and Innovation Partnership Program, GRIP)	- **기후위기에 적극 대응하는 망 시스템 구축** - DOE 는 2024 년 극한 기상에 대응하여 전력망의 유연성을 강화하고 전력시스템 회복력 증진을 위해 105 억 달러의 프로그램을 운영, 18 개 주에 걸쳐 8 개 프로젝트에 22 억 달러를 투자하는 등 혁신적 송배전 기술과 재생에너지 통합 및 스마트그리드 시스템을 광범위하게 지원
전국 송전 수요 및 송전 계획 연구 (National Transmission Needs Study)	- **재생에너지 통합을 지원하는 연구 강화** DOE 는 전국적 규모의 송전수요 연구를 통해 우선순위가 높은 송전 수요를 파악하고, 전력망의 용량제약 정보를 제공하여 해상풍력 송전 등 지역 간 전략을 도출, 지속가능하고 공정한 망 구축 지원

자료: DOE, 키움증권 리서치센터

유럽 전력망 및 HVDC 동향 : 국가 간 연계, 해상풍력 확대 속 HVDC 활황

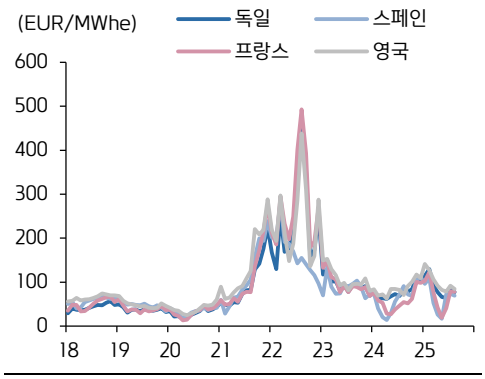
유럽 전력 시장 트렌드는 에너지 안보 목적의 탈러시아와 탄소중립 달성을 위한 재생에너지 전환 가속화로 특정지을 수 있다. 2022년 러우 전쟁 속 유럽 전역에 걸쳐 전력 가격 급등 사태를 겪은 이후 에너지 안보 측면에서 역외 에너지 의존도를 낮추는 것이 유럽 전력 정책의 핵심이 되었다. 이에 따라, EU는 '22년 에너지 소비절감, 다변화를 통한 러시아 화석연료 의존도 탈피를 추진하는 REPowerEU를 발표하였다.

이와 더불어 유럽은 '19년 그린딜 발표 이후 'Fit for 55' 법안 패키지를 통해 전 분야에 걸쳐 온실가스 감축 달성 목표를 제시하였고, 이 과정에서 장기적으로 2030년까지 총 에너지 소비에서 재생에너지 비중을 42.5%로 확대하는 계획을 발표하였다. 이에 따라, EU 전체 전력 공급에서 태양광 및 풍력이 차지하는 비중은 '15년 12.7% → '20년 19.7% → '24년 28.7%로 가파르게 증가하고 있다.

이러한 배경으로 유럽의 전력 소비는 급증하고 있지만, 유럽 전력망은 소용량, 노후화, 중앙집중, 연결 부족 문제를 복합적으로 겪고 있다. 현재 유럽 전력망의 평균 노후화 연수는 45~50년으로(전력망의 40%가 40년 이상으로 사용 중), 전 세계에서 노후화 정도가 가장 심각하다. 일반적인 전력망 수명이 50년임을 감안한다면, 유럽 전력망의 40%가 교체 대상임을 의미한다. 이에 지난 '23년 11월 EU 집행위는 2030년까지 5,840억 유로 규모의 전력망 투자가 필요하다는 내용의 'EU Grid Action Plan'을 발표하였다.

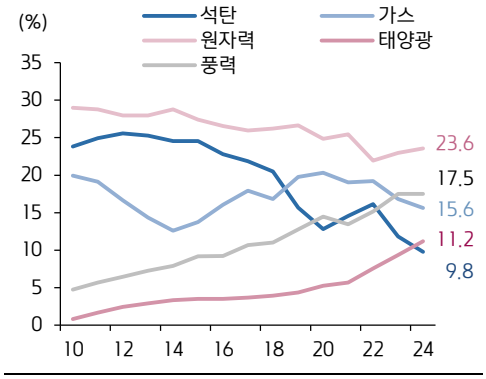
유럽은 역외 에너지 의존 축소를 위한 국경 간 전력망 연결과 EU 재생에너지 목표 달성 및 분산형 전원 대응을 위한 전력망 확충에 초점을 맞추고 있다. 이를 감안시, 장거리 송전, 국가 간 상호 연결, 재생에너지 연계성이라는 장점을 가진 HVDC 중심의 송전망이 향후 유럽 내 대규모 구축될 전망이다.

유럽 내 주요국 도매 전력 가격 추이



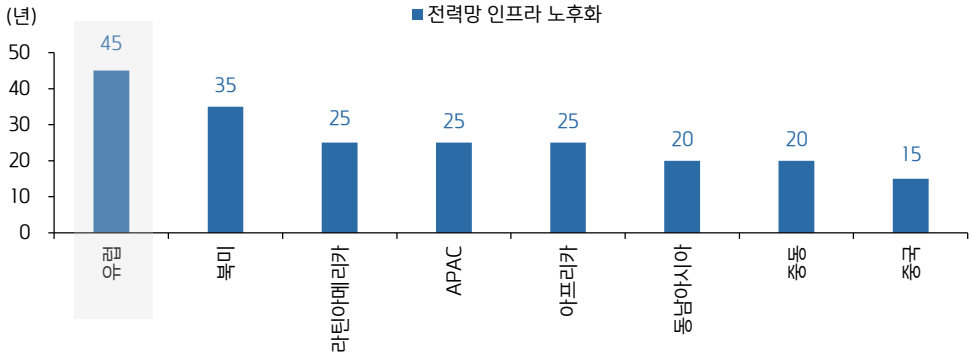
자료: EMBER, 키움증권 리서치센터

유럽 주요 발전원별 생산 비중 추이



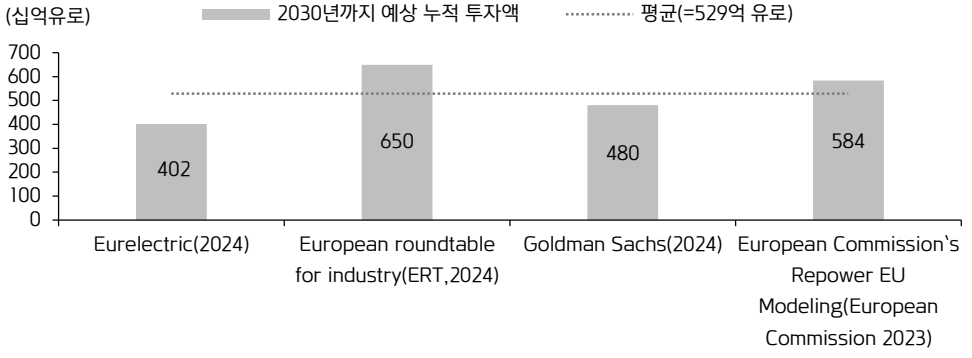
자료: EMBER, 키움증권 리서치센터

주요 권역별 전력망 인프라 노후화 : 유럽은 전 세계에서 전력망 노후화가 가장 많이 진행



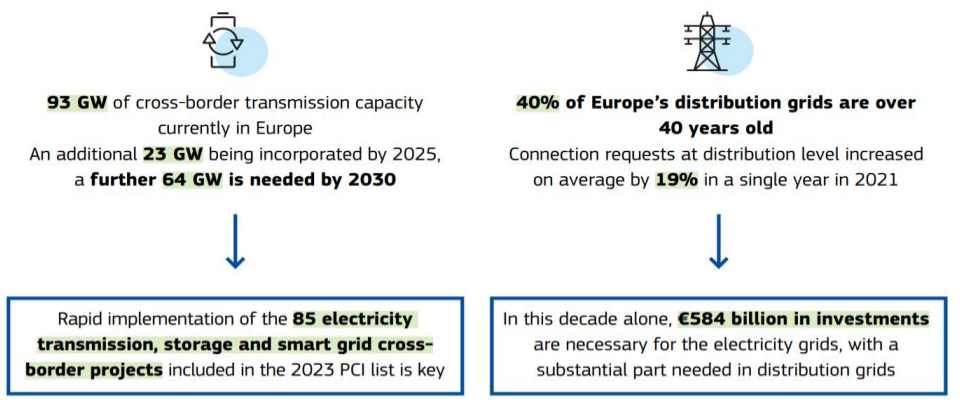
자료: Nexans, 키움증권 리서치센터

주요 기관별 2030년까지 유럽 전력망 예상 누적 투자액 규모



자료: European Parliament, 키움증권 리서치센터

EU 그리드 액션 플랜 : 2030년까지 추가 송전 용량 64GW, 전력망에 5,840억 유로 투자 필요

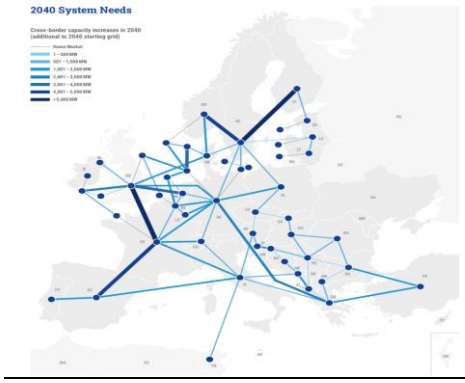


자료: European Commission, 키움증권 리서치센터

유럽은 세계 최대의 상호 연결 전력망을 HVDC 송전선로를 통해 통합 운영된다. 상호 연결 전력망을 통해 유럽 전역에 걸쳐 안정적인 전력 공급망을 구축하고, 국가 간 전력 거래를 통해 대외 에너지 의존도를 낮출 수 있다.

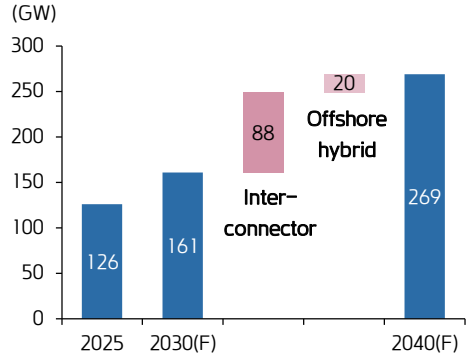
ENTSO-E는 2년마다 10년 단위 전력망 개발 계획을 수립하여 HVDC 및 송전망 프로젝트를 목록화한다. 금년 발표된 TYNDP 2024에 따르면, 2025년 기준 유럽 국가 간 송전망 용량은 125GW이며 2030년에는 35GW 확충한 161GW로 확대될 전망이다. 더 나아가서 2040년까지 269GW로 국가 간 송전 용량을 확충하기 위해 인터커넥터(88GW), 해상 하이브리드(20GW)에 연간 60억 유로의 투자 필요하다. 이에 따라, 연간 114TWh의 재생에너지 출력 제한이 줄어들고, 1,800만 톤의 이산화탄소 배출량이 감소하는 등 비용 대비 편익이 높다는 결과를 발표하였다. 한편, TYNDP 2024 내 177개의 송전망 프로젝트 중 155 건(인허가 단계(39 건), 계획중(52 건), 검토중(64 건))이 사업 착수 이전 단계로 잠재적인 송전망 구축 프로젝트가 다수 남아있는 상태이다.

2040년 유럽 국가 간 상호 연결망 구축 계획



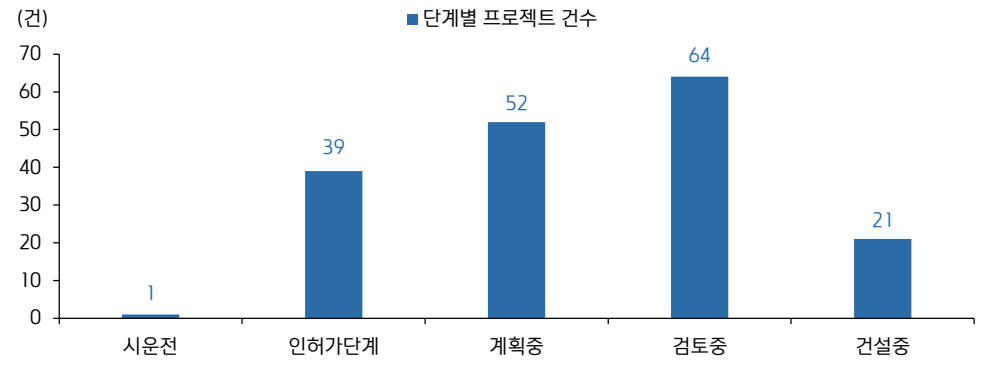
자료: TYNDP 2024, 키움증권 리서치센터

'25년~'40년 유럽 국가 간 송전망 용량 계획



자료: TYNDP 2024, 키움증권 리서치센터

TYNDP 2024, 유럽 내 국가 간 송전망 프로젝트 단계별 구분

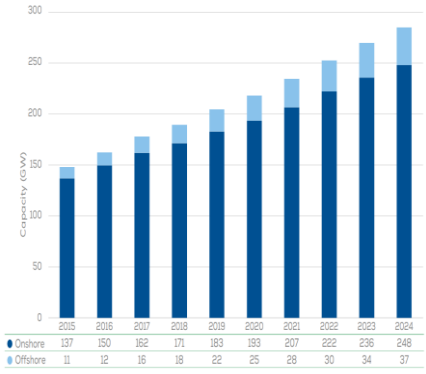


자료: TYNDP 2024, 키움증권 리서치센터

한편, 유럽은 지리적 입지 조건, 에너지 안보, 재생에너지로의 전환이라는 목표 속 해상 풍력 확대 기조를 이어나가고 있다. Wind Europe에 따르면, '15년 11GW 수준이었던 유럽 내 해상 풍력 발전용량은 '24년 37GW로 3배 이상 증가하였다. 또한, 유럽의 해상 풍력 발전 설비 용량도 2024년 대비 2030년에 약 2배 이상 증가할 전망이다.

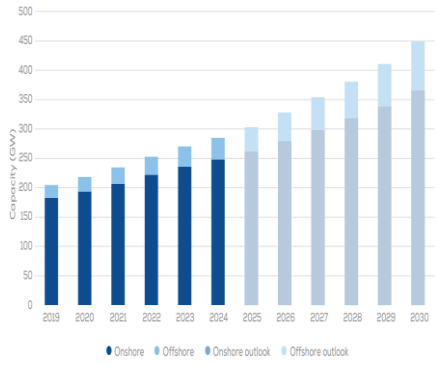
북해 에너지 협력(NSEC) 국가들의 해상 풍력 확대 비전(2030년까지 해상풍력 발전 용량 120GW로 확대)에 힘입어 북해 지역은 해상풍력의 메카로 자리매김하고 있다. 이에 따라, 대규모 해상 풍력 프로젝트가 개발 중인 북해 지역은 발전 단지 대부분이 육지에서 떨어져있으며, 발전 용량이 크기 때문에 장거리, 대용량 송전이 유리한 HVDC가 필수적이다. 또한, 북해 연안국은 서로 상이한 전력 수급 구조를 가짐에 따라 전력 계통 안정성이 뛰어난 HVDC 중심으로 북해 지역 내 송전망 구축 프로그램이 다수 진행될 전망이다.

유럽 풍력 발전 용량 추이



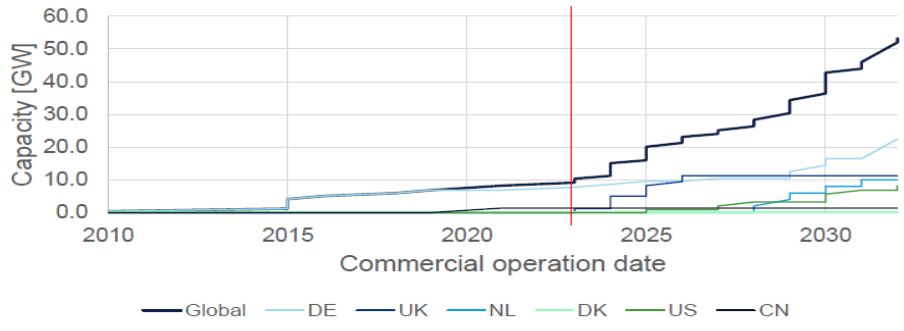
자료: Wind Europe, 키움증권 리서치센터

유럽 내 풍력 설비용량 전망



자료: Wind Europe, 키움증권 리서치센터

주요국별 HVDC 연계 해상 풍력 설비 용량 전망 추이



자료: DNV, 키움증권 리서치센터

Ⅲ. 에너지 고속도로를 타고 질주할 한국형 HVDC

새정부 산업 전략의 두 축, AI와 에너지 대전환

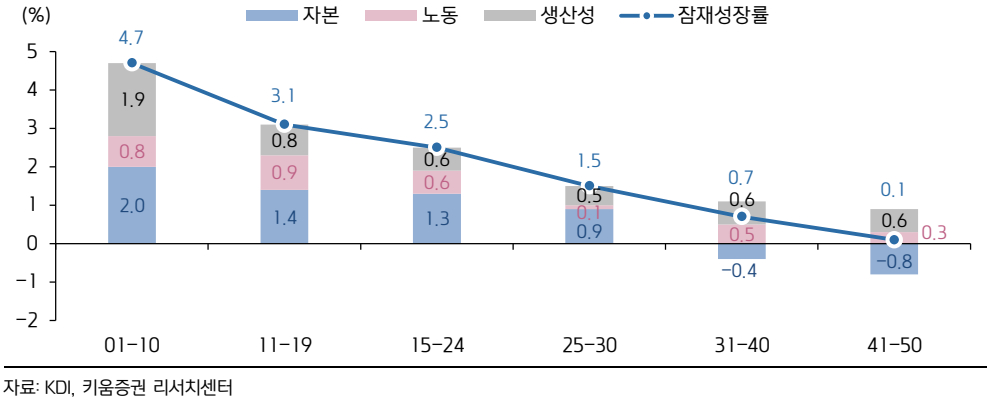
KDI에 따르면, 한국은 생산연령인구 감소, 투자위축, 생산성 정체로 잠재성장률이 급락하였고, 현 추세대로 가면 2040년대 0%대 성장률을 기록할 것으로 전망된다. 새정부는 한국의 저성장을 AX(인공지능 전환) 및 GX(녹색 에너지 전환) 지연에 따른 신성장 동력 창출의 부재라고 지적한다. 또한, 중국의 기술 추격과 미국의 관세 강화로 글로벌 무역질서가 흔들리는 상황에서 AI, 에너지 전환이 시급함을 강조하였다.

새정부의 경제성장전략에 따르면, 글로벌 AI 트렌드 속 AI가 경제, 사회, 안보 전 분야에서 핵심 인프라로 부상 중임에도 한국은 AI 기술 경쟁력, 고급인력, 관련 인프라가 모두 부족한 상태이다. 실제로, AI를 선도하는 미국 대비 한국은 약 1.3년의 기술 격차가 나타나고 있다. '24년 기준 AI 민간 투자 규모는 13억 달러 수준으로 주요국 대비 하위권에 위치하고 있다.

또한, 에너지 전환이 지체되고 있는 점도 향후 국내 수출에 제약이 될 수 있음을 지적하고 있다. EU를 중심으로 한 CBAM(탄소국경조정제도), RE100 등이 그린 무역 장벽이 강화되는 가운데 재생에너지로의 산업계 전환이 지체되며 향후 국내 기업의 경쟁력이 상대적으로 위축될 수 있음을 우려한다. 또한, 국내 재생에너지 발전원이 지역별로 편중되어, 첨단산업에 전력이 안정적으로 공급되지 못하고 있다는 점도 지적하고 있다.

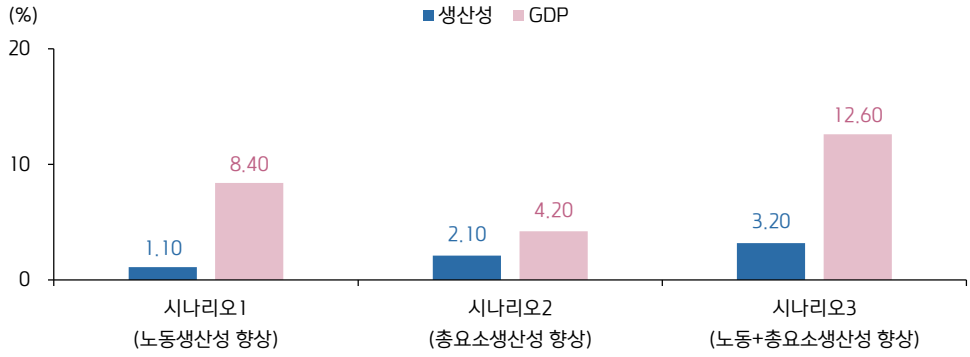
이에 정부는 한국의 저성장을 타개하기 위해 AI와 에너지 분야 등 첨단 기술에 중점적으로 투자할 것임을 밝혔다. 실제로, 최근 정부는 2026년도 연구개발(R&D) 예산을 전년대비 19.3% 증가한 역대 최대 규모인 35.3조 원으로 편성하였으며, 초혁신 경제로 첨단소재, 부품, 기후, 에너지 등 15대 미래 산업에 대한 지원을 예고해둔 상태이다.

한국 잠재성장률 추세 : 인구 감소, 투자 위축, 생산성 정체로 잠재성장률 급락



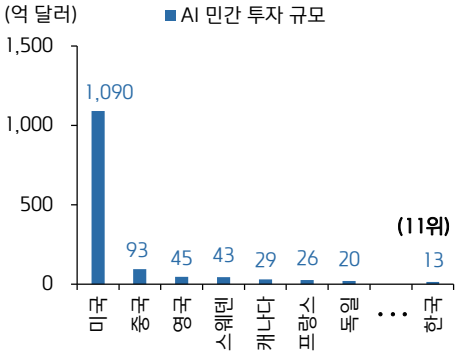
자료: KDI, 키움증권 리서치센터

시나리오별 AI 기술의 경제적 효과 추정



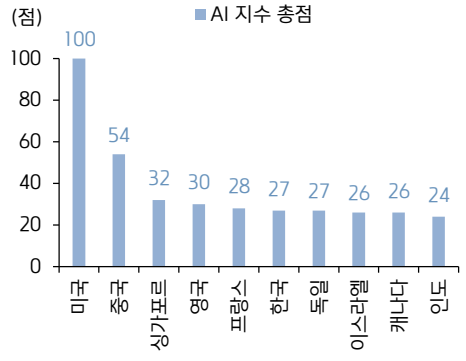
자료: 한국은행, 키움증권 리서치센터

주요국 AI 민간 투자 규모



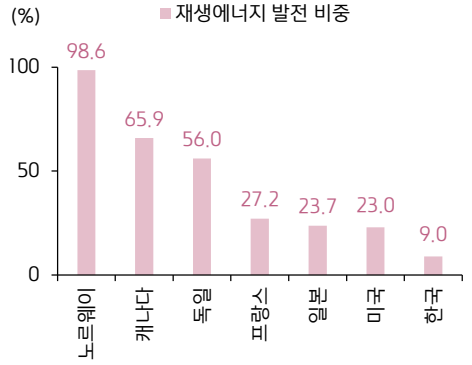
자료: 美 스탠포드대, 키움증권 리서치센터,
주) '24년

주요국 AI 지수 총점 비교



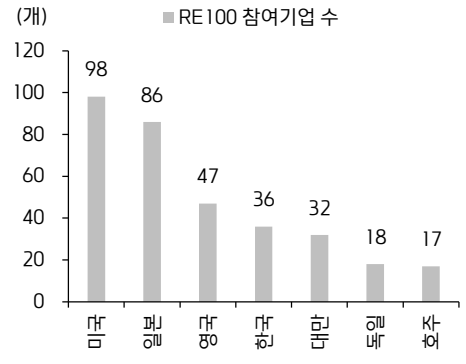
자료: tortoise intelligence, 키움증권 리서치센터

국가별 재생에너지 발전 비중



자료: IEA, 키움증권 리서치센터, 주) 2024년 기준

국가별 RE100 참여기업 수



자료: Climate Group RE100, 키움증권 리서치센터

AI, 에너지 대전환을 위해선 전력 수급 불균형 해결이 급선무

새정부의 핵심 목표인 AI, 에너지 대전환을 이루기 위해서 반드시 해결해야 하는 문제는 국내 '전력망 병목 현상'이다. 인공지능(AI) 기술이 산업 전반에 걸쳐 확장되기 위해서는 데이터센터, AI 컴퓨팅 등 다양한 인공지능 분야에 안정적인 전력 공급이 선결되어야 하기 때문이다. 또한, 재생에너지 발전소와 수요지 간 전력 수급 미스매치를 해결해야 국가 재생에너지 확대 속 탄소중립을 달성할 수 있다.

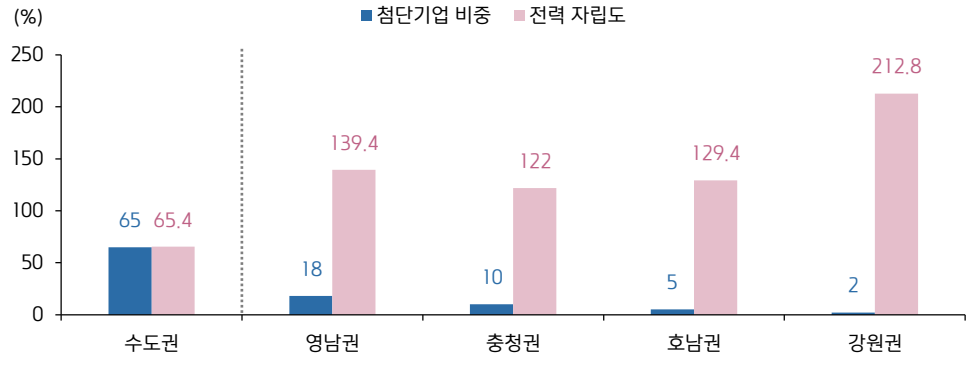
현재 한국의 수도권 지역은 전력 소비의 약 40%를 차지하지만, 전력 자립도는 65%에 불과해 전력난에 시달리고 있다. 반도체, 디스플레이, 2차전지 등 고전력 첨단산업의 60% 이상이 수도권에 집중되어있고, 대규모 전력 공급이 필요한 데이터센터도 수도권에만 전체의 60%를 차지하고 있다. 또한, 10GW 이상의 전력 공급이 필요한 용인 반도체 클러스터도 이르면 내년에 착공이 예상됨에 따라 향후 수도권 지역의 AI 전력 수요는 더 증가할 것으로 전망된다.

다만, 문제는 한국의 발전 설비가 대부분 수도권 외 지역에 집중되어있다는 점이다. '22년 기준 부산, 충남, 인천, 경북, 강원, 전남 등 6개 도시는 전국 발전량의 65.9%를 차지하고 있다. 지역별 전력 자립도 현황을 살펴보아도 수도권을 제외한 영남권, 충청권, 호남권, 강원권은 모두 전력 생산량이 소비량을 상회하고 있다. 향후 수도권의 AI 전력 수요 급등에 대응하기 위해서라도 발전지와 수요지 간 전력 수급 미스매치 해결이 필수적인 상황이다.

대한상공회의소에 따르면, '03년~'23년 동안 국내 최대 전력수요는 98% 증가했고, 이에 발전 설비용량도 154% 증가했지만 송전설비는 동 기간 26% 증가하는데 그쳤다. 이에 따른 전력 병목 현상으로 인해 재생에너지 발전이 활발한 지역을 중심으로 해당 지역에서 생산된 에너지가 전부 소비되지 못하는 상황이 발생하고 있다. 즉, 송전망을 비롯한 전력계통 부족은 재생에너지 발전 시설 확충에 핵심 장애 요인이 되고 있다는 의미이다.

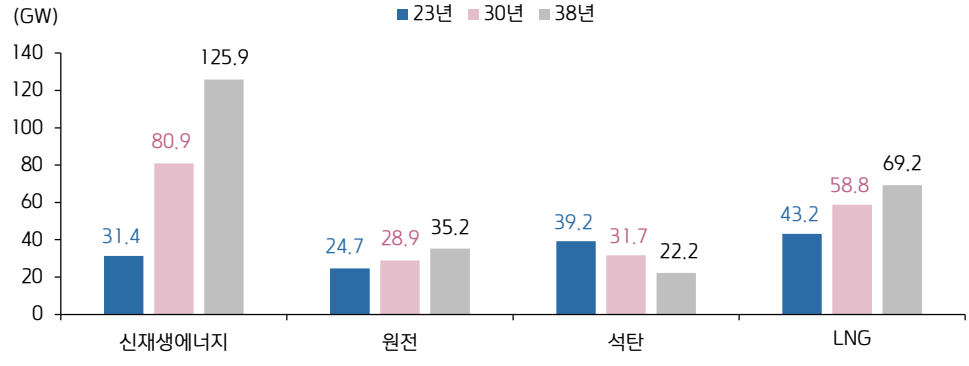
연초 확정된 11차 전력수급기본계획에 따르면, 재생에너지 중심으로의 전환을 위해 현재 31.4GW 수준의 신재생에너지 발전 설비용량은 2038년까지 125.9GW로 확대될 계획이다. 즉, 재생에너지 대전환을 위해서도 송전망 확충을 통해 전력망 병목 현상을 해결하는게 급선무인 상황인 것이다. 재생에너지 발전설비는 태생적으로 간헐성과 불확실성이 크기 때문에 충분한 용량과 유연성을 확보한 송전망 확충이 필요하다. 따라서 향후 신재생에너지 와 연결성이 우수하고 송배전 단계에서 유연성 확보가 가능한 HVDC 송전 기술이 요구되고 있다.

국내 지역별 첨단기업 비중과 전력 자립도 비교



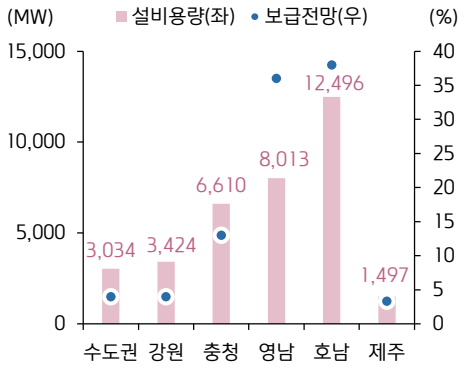
자료: 통계청, 키움증권 리서치센터, 주) 전력 자립도 = 전력 생산량/전력 소비량*100

11차 전기본 내 에너지원별 설비용량 전망



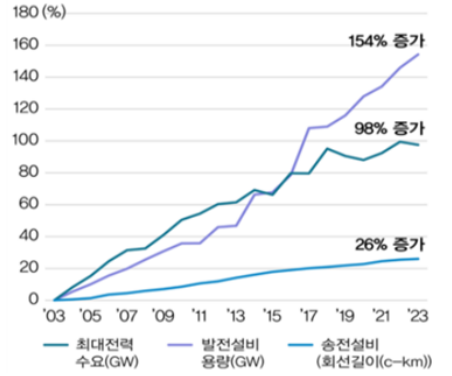
자료: 산업통상자원부, 키움증권 리서치센터

지역별 재생에너지 설비용량 및 보급 전망



자료: 한국전력공사,산업통상자원부, 키움증권 리서치센터

전력수요 및 발전,송전설비 증가 현황('03년~'23년)



자료: 전력거래소, 대한상공회의소, 키움증권 리서치센터

전력망 병목 해결을 위한 솔루션, 에너지 고속도로

AI 전력 수요 급등, 재생에너지 확대에 전력 수급 불균형 문제 해결을 위해 새정부는 에너지 고속도로 구축을 12대 중점전략 과제 중 4번째로 선정하였다. 정부는 2030년까지 서해안 지역의 풍부한 해상풍력, 태양광 등 재생에너지 발전 자원에 기반해 생산된 전력을 수도권 등의 수요처로 직접 송전할 수 있는 HVDC망 구축 사업 '서해안 에너지 고속도로'를 우선적으로 건설할 계획이다. 해당 전력망은 해저케이블을 포함한 해상전력망 형태로 구축될 예정이다. 또한, 더 나아가서 2040년에는 이를 남해안, 동해안으로 넓혀 한반도 전국토에 U자형 에너지 고속도로를 구축하겠다는 방향이다.

민주연구원에 따르면, 에너지고속도로 구축을 통한 기대효과는 다음과 같다.
1) 송전 병목 해소를 통한 재생에너지 낭비 최소화 및 재생에너지의 전국적 사용
2) AI 기반 스마트 그리드로 수요예측, 실시간 분산제어 가능 및 전기 흐름 효율 극대화,
3) 지역 단위 분산형 전력 시스템 활성화 속 전력 손실 감소 및 에너지 생산과 소비의 균형
4) RE100 산단을 통한 에너지-산업-일자리 선순환 모델 구현, 잉여 재생에너지 수익 전환
5) 전력집약형 첨단산업에 안정적인 무탄소 에너지 중심의 전력공급 기반 마련
6) 재생에너지 사용 확대로 인한 미세먼치, 탄소배출 감축 및 기후위기 대응

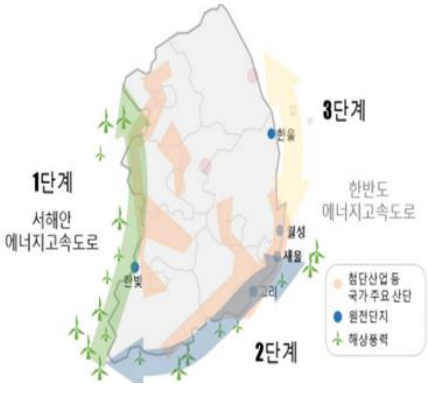
즉, 에너지 고속도로는 재생에너지 등 지역별로 분산된 발전원을 수도권과 주요 산업단지로 안정적으로 이송함으로써 전력 수급 불균형을 해소할 수 있는 해결책이다. 또한, RE100 산단과 연계해 글로벌 기업들이 요구하는 100% 재생에너지 조달을 가능하게 하여 수출 경쟁력과 ESG 신뢰도를 제고할 수 있다. 에너지 고속도로 사업은 현 정부가 목표로 하는 AI, 재생에너지 전환을 통한 경제성장과 탄소중립이라는 두 가지 목표를 달성하기 위한 위한 핵심 인프라 사업이다.

서해안 에너지고속도로 그림



자료: 전기신문, 민주연구원, 키움증권 리서치센터

한반도 U자형 에너지 고속도로 그림



자료: 민주연구원, 키움증권 리서치센터

새정부 12대 중점 전략과제 : 에너지고속도로 사업 중점 전략과제로 선정

분야	과제명
경제	① 잠재성장을 반등을 위한 진짜 성장 전략(3% 잠재 성장기반 구축을 위한 정책과제)
	② 코리아 프리미엄 실현으로 코스피 5 천시대 도약
	③ AI 3 대 강국 도약으로 여는 '모두의 AI' 시대
	④ 에너지고속도로를 통해 경제성장과 탄소중립 함께 달성
사회·문화	⑤ 국민의 삶을 돌보는 기본사회
	⑥ 인구위기 적극 대응으로 지속균형 성장
	⑦ 글로벌 소프트파워 5 대 문화강국 실현
	⑧ 국가의 성장을 이끄는 인재 강국
	⑨ 재난과 사고로부터 안전한 생명존중 사회
공동 기반	⑩ 자치분권 기반의 '5 국 3 특' 중심 국가 균형성장
	⑪ 지속 가능한 한반도 평화공존 기반 구축
	⑫ 참여와 소통의 국정운영으로 국민통합의 정치 실현

자료: 국정기획위원회, 키움증권 리서치센터

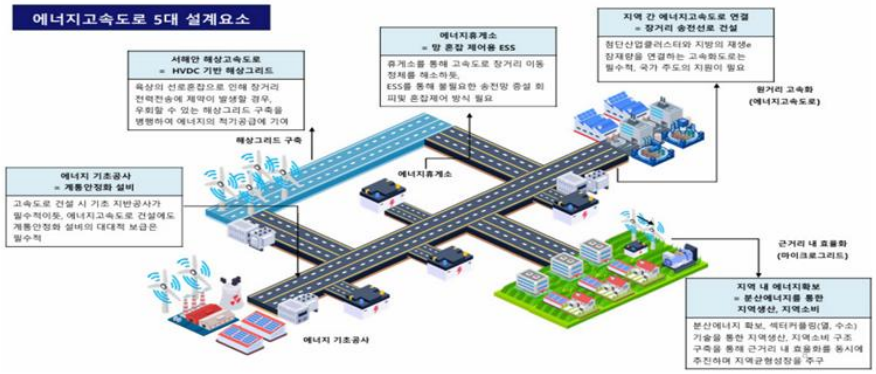
에너지 고속도로 전략 체계도 : 에너지 고속도로를 통한 재생에너지 확대, 기후위기 대응능력 제고

< 전략체계도 >

비전	에너지고속도로 건설로 경제성장과 탄소중립 함께 달성			
목표	에너지고속도로로 성장하는 경제	재생에너지 대전환으로 탄소중립 추진	기후위기 대응 선도국가	
실행 전략	1 에너지고속도로 신속 구축 및 기후테크 산업 육성	2 재생에너지 중심 에너지 대전환	3 온실가스 감축 및 탄소중립 실현	4 국가 기후적응 역량 강화 및 정의로운 전환
	전력망 신속 건설과 전력시장 혁신 등으로 경제성장 달성	재생에너지 확대, 햇빛·바람 연금·RE100산단으로 지역균형 성장	2030 NDC 달성을 위한 분야별 조치와 이행기반 강화	기후위기에 대응하여 산업·인프라 전환 및 취약계층 지원 강화

자료: 국정기획위원회, 키움증권 리서치센터

에너지고속도로 5대 설계 요소



자료: 민주연구원, 키움증권 리서치센터

에너지 고속도로 및 탄소중립 관련 정책 추진 타임라인

과제명	추진기한						주관
	'25	'26	'27	'28	'29	'30	
① 에너지고속도로 신속 구축 및 기후테크 산업 육성							
- 서해안 및 U자형 전력망 구축			■	■	■	■	산업부·해수부·기재부
- HVDC 핵심기술개발	■	■	■				산업부
- AI 기반 차세대 전력계통운영시스템 개발		■	■	■	■	■	산업부·과기정통부
- ESS 중앙제어시장 및 VPP 제도 설계	■	■	■	■	■		산업부
- 지역별 요금 설계안 마련	■	■					산업부·지자체
② 재생에너지 중심 에너지 대전환							
- 제6차 신재생기본계획 수립	■						산업부·환경부
- 재생에너지 보급 제도 개편	■	■					산업부
- 햇빛·바람·바이오 확대 및 에너지 자립마을 조성	■	■	■	■	■	■	산업부·농식품부·해수부
- 해상풍력 설치전 건조·전용항만 설치		■	■	■	■	■	산업부·해수부
- RE100 산단 특별법 제정	■	■					산업부·국토부·교육부·환경부
③ 온실가스 감축 및 탄소중립 실현							
- 2035 NDC 계획 수립	■						환경부·국조실
- 기후대응기금 확대·개편	■	■	■	■	■	■	기재부
- 탄소중립실현법 제정	■	■					환경부·산업부
- 전환금융 가이드라인 마련 및 착수	■	■					금융위·기재부·환경부·산업부
- 기축건물 그린리모델링 활성화	■	■	■	■	■	■	국토부
- 탈플라스틱 순환경제 생태계 조성	■	■	■	■			환경부·산업부
④ 국가 기후적응 역량 강화 및 정의로운 전환							
- 강력한 국가 기후적응 컨트롤타워 구축	■						환경부·기상청
- 기후위기에 대비한 국가 인프라 대전환	■	■	■	■	■	■	환경부·행안부·국토부·해수부
- 사회·경제 전 부문의 기후적응 역량 강화	■	■	■	■	■	■	산업부·농식품부·고용부·금융위·질병청
- 정의로운 전환 특구 지정·운영	■	■	■	■			고용부·산업부

자료: 국정기획위원회, 키움증권 리서치센터

새정부 초혁신경제 15대 프로젝트 내 해상풍력, HVDC는 에너지고속도로 전략의 중심 축

해상풍력, HVDC	- **해상풍력**은 안정적인 에너지 공급, 탄소중립 대응의 핵심 에너지원이며, **HVDC**는 장거리 해저 전력 전송이 가능한 기술로서 차세대 핵심 전력 인프라 - **핵심기술**(풍력터빈*, 대용량 HVDC**) 및 **풍력 연계기술**(하부구조물, 타워, 선박) 병행 개발 * 20MW+급 풍력터빈 개발 및 사용화 추진, 부유식 해상풍력 기술 확보(~'30) * 500kV급 전압형 HVDC 변환용 변압기 기술개발(~'27). 전력망 내 실증(~'30) 등 ⇒ **에너지고속도로 건설** 및 '해상풍력+HVDC+변압기' **기술 경쟁력** 확보

자료: 기획재정부, 키움증권 리서치센터

올해 5월 발표된 11차 장기 송변전 설비계획에 따르면, 한국전력은 2038년까지 전력망 확충에 72.8조 원을 투자하기로 밝혔으며, 이는 2년 전 발표한 계획 대비 16.3조 원(28.8%) 증가한 금액이다. 이에 따라, 송전선로는 2023년 35,596 C-km → 2038년 61,183 C-km으로 71.9% 증가할 전망이고, 변전소도 2023년 대비 43.2% 더 건설할 계획이다.

11차 장기 송변전설비계획은 호남-수도권 HVDC의 효율적 운영과 전력 수요 급증에 대비해 전력공급 인프라를 확충하는 것이 핵심이다. 이러한 목표 하에서 최근 에너지 고속도로에 대한 준공 시기가 점차 앞당겨지는 추세이다. 기존 10차 송변전설비계획에서는 4GW급 2개 루트의 준공 시기를 2036년으로 설정하였지만, 11차에서는 4개 루트(2031년, 2036년, 2038년 단계별 준공)로 변경했다. 이후 새 정부의 서해안 에너지 고속도로 공약 의지가 반영되어 1단계 호남-수도권 HVDC 송전망 구축 사업이 1년 앞당겨 2030년까지 완료하기로 바뀐 상태이다.

에너지 고속도로 사업은 HVDC 기술 자립화를 위해 국내 기업에 우선적으로 사업 참여 기회를 제공할 예정이며, 2030년으로 준공 시기가 앞당겨진 만큼 내년 상반기 발주를 위해 올해 하반기부터 본격적으로 서해안 에너지 고속도로 사업자 선정을 위한 입찰이 진행될 것으로 기대된다. 한국전력공사 및 언론 보도에 따르면, 서해안 HVDC 구축에는 약 11.5조 원이 투자될 전망이며, 향후 U자형 한반도 에너지고속도로(남해, 동해 송전망) 구축 비용까지 고려한다면 총 투자 규모는 20조원 이상이 소요될 것으로 전망된다. 그 외에 재생에너지 발전의 간헐성을 보완할 ESS 설비 확충에도 약 40조원 이상이 투입될 것으로 예상된다.

11차 장기 송변전설비 증가 계획 : '23년 대비 '38년 HVDC 송전선로는 약 6배 이상 증가할 전망

구분	송전선로(C-km)			변전소(개)			변전설비 용량(MVA)		
	2023	2030	2038	2023	2030	2038	2023	2030	2038
765kV	1,024	1,032	1,032	8	9	9	46,110	56,110	56,110
345kV	9,994	13,134	19,284	117	154	179	146,470	193,970	228,970
154kV	24,086	31,317	37,049	775	951	1,081	160,586	187,226	204,646
HVDC	492	1,768	3,818	6	17	28	4,400	35,900	55,400
합계	**35,596**	**47,251**	**61,183**	**906**	**1,131**	**1,297**	**357,566**	**473,206**	**545,126**

자료: 한국전력공사, 키움증권 리서치센터

에너지 고속도로 등 전력망 사업 관련 예상 비용

공약	예상 비용(업계 추산치)
- 기존 전력망 사업	- 72.8 조원 (2024~2038 년, 11 차 장기 송변전설비계획)
서해안 에너지고속도로	11.5 조원
- U 자형 한반도 에너지고속도로	- 9 조원+α (~2040 년)
- ESS 설비 확충	- 40 조원 안팎 (2038 년 23GW 확충 기준)

자료: 한국전력공사 및 업계, 언론 보도, 키움증권 리서치센터

한편, 국가기간 전력망 확충 특별법 시행에 따라 에너지 고속도로 사업 관련 인허가 문제도 상당 부분 해결될 수 있는 법적 기틀이 마련된 상태이다. 이에 에너지 고속도로 사업 외에도 전력망 특별법을 통해 현재 전국 각지에서 수십개월째 지연되고 있는 송전망 구축 사업들이 보다 빠르게 속도를 낼 수 있을 것으로 기대된다.

그 동안 국내 전력망 확충이 지연되었던 데에는 전자파 소음 발생, 주민 수용성 결여 등에 따른 인허가 비협조와 입지선정 지연이 주 원인으로 작용하였다. 대표적으로, 북당진-신탕정 송전선로 개통은 각종 민원 등의 반대로 12년 6개월 동안 지체된 바 있다. 전력 수요 급등 속 해외도 전력망 적기 건설을 위해 인허가 절차를 대폭 완화하는 제도 개선이 이루어지고 있는 상황이다. 이에 따라, 전력망 특별법을 통해 건설 과정에서 주민 수용성을 높이기 위한 보상을 강화하고, 정부 차원의 개입으로 각종 인허가 절차에 속도를 더할 수 있게 되었다.

지난 7월 산업통상자원부는 에너지 고속도로 추진단 설치에 이어 8월에는 '전력망 관련 범부처 협의체'를 열어 가동함으로써 에너지 고속도로의 신속한 이행을 위한 정부 차원의 추진 체계를 마련하였다. 이번 협의체에서는 전력망 특별법에 따른 국가기간 전력망 지정 대상 검토, 부지 확보, 인허가, 규제 개선 등 관계 부처 간 협력 과제가 논의되었다. 금번 전력망 특별법은 공포 후 6개월인 9월 26일부터 본격적으로 시행된다. 정부 주도 하에 전력망 건설이 가능해진 만큼 해당 법이 시행되는 9월 말 이후부터 에너지 고속도로 사업 추진이 본격적으로 진행될 것으로 예상된다.

또한, 해상풍력특별법 제정에 따라 평균 6년 이상 걸리던 인허가 기간이 3년 이내로 단축되어, 정부가 입지를 발굴하여 사업자들이 안정적으로 사업을 추진할 수 있게 되었다. 내년 6월부터 시행되는 해상풍력특별법도 해상풍력망 형태로 구축될 서해안 에너지고속도로 사업 속도를 뒷받침해줄 수 있는 주요 법안이다.

전력망 확충 특별법 개요

법안명칭	국가기간전력망 확충 특별법
시행시기	2025 년 9 월 26 일 예정
핵심 조치	국무총리 산하 전력망위원회 설치, 인허가 특례, 입지선정 기간 단축, 주민 보상 확대
적용 대상	345kV 이상, 사업비 1,000 억원 이상 또는 30km 이상 송전망 사업
주민 지원	주택 매수 청구권, 농업,임업,어업 손실 보상, 선하지 보상 강화

자료: 키움증권 리서치센터

주요 전력망 건설 지연 사례

사업명	비협조 사례	지연기간
500kV 동해안-수도권	입지선정 지연, 인허가 불허	66 개월
345kV 북당진-신탕정	입지선정 지연, 인허가 불허	150 개월
345kV 당진 TP-신송산	입지선정 지연, 인허가 불허	90 개월
345kV 신시흥-신송도	변전소 확정 지연, 지반 침하 우려에 노선 변경 요구	66 개월
345kV 신장성 S/S,송전선로	변전소 위치 변경, 인허가 비협조	77 개월

자료: 한국전력공사, 키움증권 리서치센터

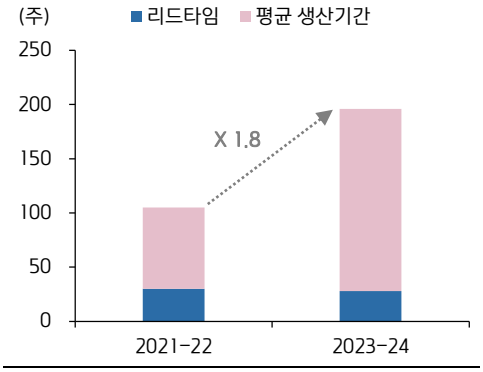
Ⅳ. 국내 HVDC 밸류 체인 및 투자 포인트

HVDC 쇼티지 현상은 국내 업체의 시장 점유율 확대 기회

전 세계적인 송전망 확충 추세 속 케이블, 변압기 등 핵심 부품의 공급 부족 현상이 심화되고 있다. 제조업체들은 급증하는 수요로 인해 가격 상승, 리드 타임 증가, 주문 적체 현상을 겪고 있으며, 수요 급증 속 다수의 제조업체가 생산 확대 계획을 발표하였다.

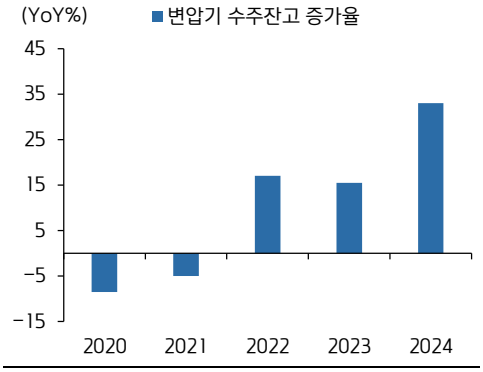
실제로, IEA에 따르면, 케이블 리드 타임은 크게 증가하여, 프로젝트 복잡성에 따라 최대 2~3년까지 연장되고 있으며, 변압기도 지난 2~3년 간 평균 리드 타임이 거의 2배로 증가하였다. 이에 변압기와 케이블 가격은 평균 '18년 대비 각각 72%, 91% 큰 폭 증가하였다. 특히, HVDC 시스템과 연계되는 장거리 해저 케이블, DC 변환기 등 고도의 기술력이 요구되는 부품은 수요 급등 속에 쇼티지 현상이 더욱 심화되고 있는 상황이다.

대형 변압기 평균 리드 타임



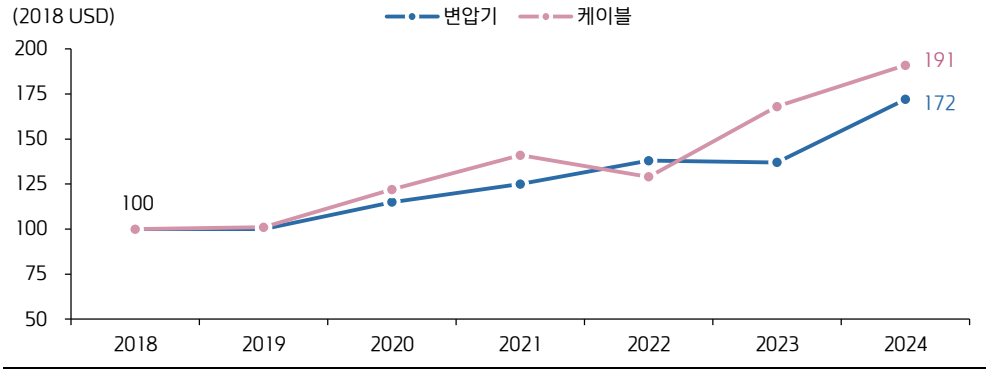
자료: IEA 2024 Survey, 키움증권 리서치센터

주요 제조업체의 변압기 수주 잔고 증가율 추이



자료: IEA, 키움증권 리서치센터,
주) 히타치, 슈나이더 일렉트릭, 지멘스 에너지, GE 버노바 기준

변압기와 케이블 가격 연간 추이



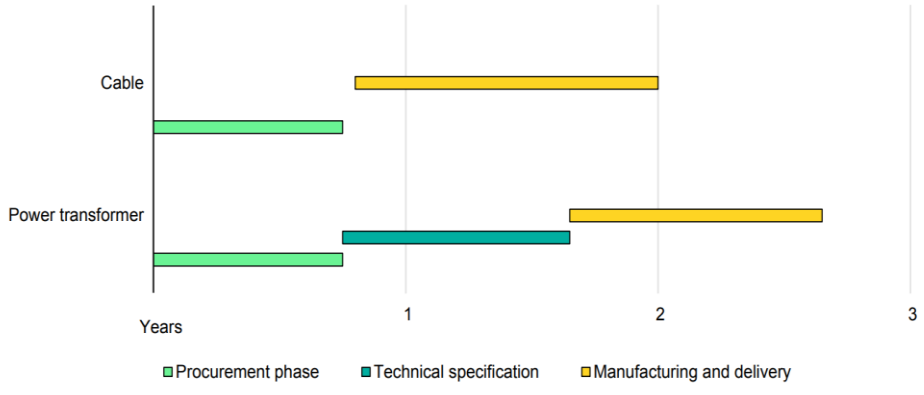
자료: IEA 2024 Survey, 키움증권 리서치센터, 주) 320Kv(해저 제외) 초과 케이블 경매, IEA 지하 케이블 조사 기반 분석

쇼티지 현상 심화 속 송전 부품 시장은 기존의 수요자 우위 시장에서 공급자 우위 시장으로 변모하고 있다. 과거 구매자들은 가격 및 품질을 기준으로 다양한 공급업체 중에서 선택할 수 있었다. 다만, 이제는 구매자들 간에 제한된 업체와 계약을 체결하기 위해 경쟁하고 있는 상황이며, 일부 구매자들은 수요처를 확보하기 위해 수년 전에 미리 협상해야하는 경우도 빈번하게 나타나고 있다. 이에 따라, 구매자들은 단일 프로젝트에 기반한 계약이 아니라 소형 장비부터 대형 장비에 이르기까지 2년 이상의 장기 계약(프레임워크 계약) 중심으로 계약 트렌드가 바뀌고 있는 상황이다.

특히, 이 같은 현상은 HVDC 시장에서 두드러지게 나타난다. 네덜란드 국영 송전망 운영사(TSO) 테네트(TenneT)는 7,000km 초고압 직류(HVDC) 프로젝트를 위해 여러 케이블 공급업체와 총 57억 달러 규모의 프레임워크 계약을 체결했다. 변압기 분야에서도 장기 계약이 체결되고 있다. 히타치 에너지는 스웨덴 송전망 운영사(TSO)와 8년 프레임워크 계약을 체결하여 2027년부터 2032년까지 납품을 계획하고 있다.

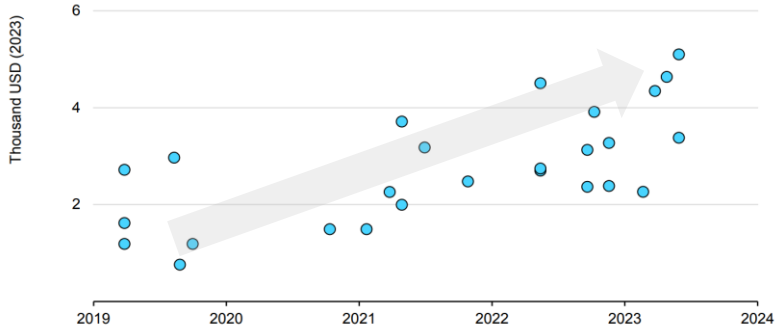
한편, IEA에 따르면 해저 케이블 및 HVDC에 대한 수요가 급증하고 있으며, 이는 특히 풍력 발전 단지를 중심으로 한 해상 재생에너지 프로젝트의 급속한 확장에 기인한다. 원자재 가격 상승, 프로젝트 복잡성 등의 요인으로 해상 풍력 프로젝트의 평균 입찰 가격은 '19년부터 '24년까지 두 배로 증가했다. 이러한 가운데 NKT(덴마크), 프리즈미안(이탈리아), 넥상스(프랑스) 등 유럽 케이블 제조업체들은 현재 글로벌 HVDC 시장의 약 3분의 2를 차지하고 있으며, 2030년까지 생산 능력 예약이 완료된 상태이다. 케이블 외에도 변압기, 컨버터 밸브 등 HVDC 시장 내 핵심 부품을 공급하는 GE버노바, 지멘스 에너지, 히타치의 리드 타임도 이미 상당 부분 증가한 상황이다. 기존에 HVDC 시장은 과점 체제 였지만, HVDC 수요 급증 속 타이트한 공급 여건은 국내 기업에 향후 HVDC 시장 점유율 확대 기회로 작용할 전망이다.

2024년, 케이블 및 변압기 조달 기간 ↑ : 수요자 우위 시장에서 공급자 우위 시장으로 변모



자료: IEA 2024 Survey, 키움증권 리서치센터

2019년 ~ 2024년, HVDC 프로젝트 체결 가격 트렌드



자료: IEA, 키움증권 리서치센터, 주) 400Kv 초과 HVDC 프로젝트 기준

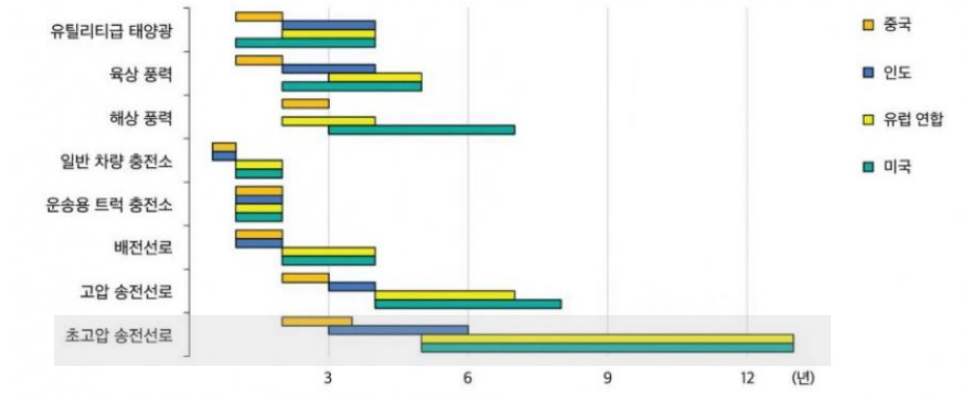
현재 HVDC 사업을 주도하고 있는 국가는 유럽, 미국, 중국이다. 다만. 중국과 유럽/미국의 HVDC 공급망 여건은 상이하다. HVDC에 대한 꾸준한 투자를 통해 중국은 여타 지역이 현재 직면하고 있는 공급 제약을 겪고 있지 않다. 실제로, 중국의 케이블 제조업체들은 주로 자국의 수요를 충족시킴으로써 HVDC 프로젝트가 원활히 추진되고 있는 상황이다.

반면, 유럽과 미국은 인허가 절차, 주민 수용성 문제에 직면하며 HVDC 사업에 지연이 다수 발생하며 인프라 구축에 난항을 겪고 있는 상황이다. 이에 따라, 최근 유럽 주요국과 미국을 중심으로 인허가 절차 간소화, 주민 보상, 공동건설 등의 형태로 송전망 추진 속도를 높이기 위한 제도적 보완이 진행되고 있다. 기후위기 대응과 첨단산업 육성이라는 측면에서 전력망은 전 세계적으로 국가 안보 자산으로 인식되고 있다. 이에 따라, 안보적 측면에서 중국에 대한 견제가 필요한 시점에서 원활한 송전망 구축을 위한 인허가 절차 간소화가 향후 선진국 중심으로 지속될 가능성이 높다고 판단한다.

이상의 내용을 정리하면, 현재 HVDC 시장은 극도의 공급 병목 현상이 나타나고 있으며, 구매자들은 주요 HVDC 제조업체 외에 다른 신규 공급사를 찾고 있는 상황이다. 이와 더불어 미국, 유럽은 넘치는 수요에 대응하기 위해 인허가 절차 간소화 등의 제도적 정비도 갖추고 있으며, 향후 다수의 신규 HVDC 프로젝트 추진이 본격화될 전망이다.

이러한 상황은 후발 주자인 국내 HVDC 관련 업체에 글로벌 시장 진입 기회를 부여할 전망이다. 한국은 지난해 200MW급 전압형 HVDC를 국산화하며, 세계에서 5번째로 전압형 HVDC 기술을 확보한 국가가 되었다. 여기에 새 정부는 에너지 고속도로 건설을 중점 전략과제로 내세우며 HVDC 기술 자립화를 위해 국내 기업에 우선적인 참여 기회를 제공하며, HVDC 기술 개발에 대한 추가적인 정책 지원도 추진하고 있다. 이에 따라, 한국의 에너지 고속도로는 단일한 대규모 내수 사업에 그치는 것이 아니라 해당 사업에 참여한 국내 기업들의 HVDC 시장 진출을 위한 주요 레퍼런스 역할을 할 전망이다

전력망, 태양광, 풍력, 전기차 충전소의 국가별 설치 기간 비교



자료: IEA, 키움증권 리서치센터

유럽, 미국의 전력망 제도 추진 현황

구분	추진국	내용
1. 특례법 ◎ 신속한 전력망 추진을 위한 인허가 절차 간소화나 특별법 지원	독일	- EnLAG('09): 국가 필수 전력망 사업을 명시, 인허가 최소화 - NABEG('11): 전력망 계획 단계부터 투명한 정보를 공개, 이해관계자들의 참여 의무화
	미국	- 인프라법('21): DOE 의 국가 필수 전력망 사업 선정, FERC 강제승인 기준 개선
2. 참여 ◎ 주민동의를 얻고 사회적 갈등을 줄이기 위한 지역 참여 유도	독일	- 송전망 계획단계부터 정보공개, 송전망 주변 주민들의 의견 적극 반영
	미국	- 송전망 계획·승인 전 과정에 지역사회 및 이해관계자 참여, 진행과정 공개
3. 보상 ◎ 송전망 지역 주민들에게 지급되는 보상으로 공정성과 효율성 확보	독일	- 8 주 이내에 토지보상에 합의한 경우 간소화 보상금 지급(75%)
	네덜란드	- 6 주 이내에 토지보상에 합의한 경우 간소화 보상금 지급(20%)
4. 지중화 ◎ 송전망을 지하로 매설하여 환경 보존과 주민 수용성 제고	독일	- 국가 필수 송전망 사업 대상, 주거지와의 근접성 등 특정 요건 만족 시 지중화 추진
	덴마크	- 기존 송전망의 점진적 지중화 및 신규 송전망의 지중화 의무화에 대한 가이드라인 제정
5. 공동건설 ◎ 망을 도로, 철도 등 기존 인프라와 병행 건설, 비용절감 및 속도 향상	미국	- NexTGen 사업: 미네소타 주 고속도로, 통신망·HVDC 공동연계 - SOO Green HVDC 사업: 아이오와~일리노이 주 철도, HVDC 연계
	프랑스	- Piedmont-Savoy HVDC 사업: 프랑스-이탈리아 고속도로, HVDC 연계

자료: 전기 신문, 민주연구원 키움증권 리서치센터

국내 HVDC 수혜 기업 리스트

① LS 그룹

LS 그룹은 국내에서 유일하게 HVDC 밸류체인을 수직계열화해 보유하고 있다. 그룹 차원에서 초고압 케이블 제조(LS 전선) → 해저케이블 시공(LS마린솔루션) → 변환소 핵심 설비(LS일렉트릭, HVDC 변압기는 연구 개발 단계)까지 통합 솔루션을 제공할 수 있는 구조를 완성했다. 즉, 단순 기자재 공급이 아닌 설계, 제작, 시공, 운영의 턴키 패키지를 고객사에 제안할 수 있다는 점에서 해외 메이저 업체와 경쟁 가능한 체제를 갖췄다는 점이 강점이다.

1) LS 전선(비상장) : 동사는 국내 유일 525Kv급 HVDC 해저 케이블을 상용화한 기업이며, 전 세계에서 초고압 HVDC 해저 케이블을 상용화한 기업은 6곳에 불과하다. LS 전선의 도체 허용 온도를 기존 70℃에서 90℃로 높여 송전 용량을 최대 50%까지 향상시킨 바 있다. 동사는 강원 동해에 아시아 최대 규모 해저케이블 공장을 신축해 Capa를 4배 이상 확대함에 따라 글로벌 대형 프로젝트 수주에 대응할 기반을 갖췄다. 또한, 제주~전남 2,3연계 HVDC 사업과 한전의 동해안-수도권 HVDC 1단계 지중 구간 케이블 공급을 단독 수주한 레퍼런스도 보유하고 있다.

2) LS마린솔루션 : 동사는 LS 전선의 해저케이블 포설 전문 자회사로, 케이블 생산 이후의 설치, 시공, 유지보수를 담당한다. 최근 튀르키예의 테르산 조선소와 해저케이블 포설선 건조 본계약을 체결함에 따라, 초대형 HVDC 포설선 건조에 착수할 계획이다. 해당 선박은 장거리 대수심 해역에서 접속 손실을 최소화할 수 있는 구조로 설계되었으며, 전 세계에서 이와 유사한 사양을 갖춘 선박은 단 3척에 불과함에 따라 HVDC 전력망 구축에 최적화된 기술력을 갖출 기업이다.

3) LS Electric : 동사는 HVDC 변환소의 핵심 기자재인 변환용 변압기(CTR)와 전압형 변환장비 개발을 담당한다. 동사는 북당진~고덕, 동해안-수도권 HVDC 변환설비 건설 사업에서 누적 수주액 약 1조원을 달성하며 국내 HVDC 변환설비 시장의 주요 플레이어다. 또한, GE 버노바와 기술 제휴를 통해 HVDC 변환 밸브 국산화를 추진하고 있으며, 최근 500MW급 HVDC 변환용 변압기 개발도 완료하여 상용화를 앞두고 있다. 또한, 글로벌 HVDC 사업 확대에 대응해 현재 부산 사업장에 제 2 생산동을 증설할 계획이다.

② 대한 전선

동사는 LS전선과 함께 초고압 전력 케이블 분야에 특화된 기업으로, HVAC 지중 케이블 및 해저케이블 기술력을 보유하고 있다. 또한, 당진 해저케이블 2공장 1단계 건설에 투자하여 640Kv 급 HVDC 및 400Kv급 HVAC 해저케이블 생산시설을 구축하고 있으며, 이는 2027년 완공을 목표로 하고 있다. 이로써 동사는 기존 1공장 대비 약 5배 수준의 생산능력을 확보하게 된다. 또한, 해저케이블 시공 전문 법인 오션씨엔아이 지분을 100% 인수하는 등 HVDC 해저 사업 밸류체인 구축이 본격적으로 진행 중이다.

③ 효성중공업

동사는 초고압 변압기, 차단기, GIS(가스절연개폐장치) 등 전력기기에 특화된 기업이다. 동사는 국내 최초로 독자 개발한 전압형 HVDC 시스템을 보유하며, 2024년 200MW급 전압형 HVDC 기술 개발에 성공했고 현재 2GW급 대용량 전압형 HVDC 개발도 추진중이다. 또한, 2027년 7월 완공 예정인 국내 최대의 전압형 HVDC 변압기 전용 공장 신축에 투자했다. 동사는 HVDC 전압형 시스템 설계부터, 컨버터, 제어기, 변압기 등 기자재 생산까지 토탈 솔루견 제공이 가능한 기업을 목표로 하고 있다.

④ 현대일렉트릭

동사는 초고압 변압기, 차단기 등을 생산하는 전력기기 기업이다. 2026년 개발 완료를 목표로 HVDC 차단기 연구를 진행중이며, 과거 제주-육지 연결 전압형 HVDC 시스템에 HVDC 변압기를 공급한 레퍼런스를 보유하고 있다. 이와 더불어 효성중공업, LS일렉트릭와 함께 정부 예산이 투입되는 국산화 프로젝트에 500Kv급 전압형 HVDC 변환용 변압기 기술 개발 사업에 참여하고 있다.

국내 HVDC 기업 현황 정리

구분	회사	주요 기술력 및 성과	사업 실적 및 증설 계획	해외 사업 및 협력
변압기	LS Electric	- 500MW 급 전압형 HVDC 변환용 변압기 국내 최초 개발 - 도체 허용 온도를 높여 송전 용량 50% 향상 기술 보유	- 북당진~고덕, 동해안-수도권 HVDC 변환설비 건설 사업에서 누적 수주액 약 1 조원 달성 - 부산 사업장에 제 2 생산동을 증설 → 초고압 변압기 생산 능력 향상	- GE 버노바와 변환밸브 기술 국산화 협력 추진
	효성중공업	- 국내 최초 200MW 급 전압형 HVDC 독자 기술 개발 - 2GW 급 대용량 기술 개발 추진 중	- 국내 최대 규모의 '전압형 HVDC 변압기 전용 공장' 신축 투자 (2027 년 7 월 완공 예정)	- 영국 스코틀랜드 '스코티쉬 파워'와 850 억 원 규모 공급 계약 등 지속적 진출
	현대일렉트릭	- 초고압 변압기, 차단기 등 전력기기 생산 기업 - HVDC 차단기 연구 개발 진행 중 (2026 년 완료 목표)	- 제주-육지 연결 전압형 HVDC 시스템에 변압기 공급 이력 보유 - 정부 예산이 투입되는 국산화 프로젝트에 참여 (500kV 급 전압형 HVDC 변환용 변압기 사업)	- 스코틀랜드 SP Energy Networks 와 400kV 초고압 변압기 4 대 수주 - 영국 SSE 와도 1,404 억 원 규모 초고압 변압기 공급 계약을 체결
케이블	LS 전선	- (국내 유일, 세계 6 곳뿐) 525Kv 급 HVDC 해저 케이블 상용화 - 전 세계 6 개 기업만 보유한 HVDC 케이블 상용화 기술 보유	- 강원 동해에 아시아 최대 규모 해저케이블 공장 신축 (생산능력 4 배 확대) - 제주~전남 HVDC 사업, 동해안~수도권 HVDC 지중 구간 케이블 단독 수주	- 영국 내셔널그리드와 40 조 원 규모 프레임워크 계약 - 대만 해상풍력 시장에서 10 회 연속 수주 달성
	대한전선	- 초고압 전력 케이블(HVAC, HVDC) 전문 기업	- 당진 해저케이블 2 공장 1 단계 건설 투자 (2027 년 완공 목표) → 640kV 급 HVDC 및 400Kv 급 HVAC 해저케이블 생산시설 구축, 생산능력 5 배 확대 - 해저케이블 시공 전문 법인 '오션씨엔아이' 지분 100% 인수	- LS 전선과 영국 내셔널그리드 사업 동시 참여 - 미국 LS 파워 그리드 캘리포니아가 발주한 320kV 전압형 HVDC 및 500kV HVAC 약 900 억 원 규모 수주
해저 케이블 포설선	LS 마린솔루션	- LS 전선의 해저케이블 포설 전문 자회사 (설치, 시공, 유지보수 담당) - 접속 손실 최소화 가능한 초대형 HVDC 포설선 건조 착수	- 튀르키예 조선소와 해저케이블 포설선 건조 본계약 체결	- 국내 최초로 대만 해상풍력 HVDC 해저케이블 시공에 진출 - 베트남 영업소 개설로 아시아·글로벌 HVDC 시장 공략을 본격화

자료: 각 사, 언론 보도, 키움증권 리서치센터

국내 HVDC 기업 실적 및 밸류에이션 테이블

기업명		LS	대한전선	효성중공업	LS Electric	HD현대일렉트릭	LS 마린솔루션
시가총액(십억 원)		5,777	2,873	11,674	8,775	18,600	1,217
연초 대비 주가 수익률		90.2%	38.2%	218.6%	81.9%	35.1%	79.5%
매출액 (십억 원)	'23 년	24,481	2,844	4,301	4,230	2,703	71
	'24 년	27,545	3,291	4,895	4,552	3,322	130
	'25 년	29,758	3,599	5,660	4,995	4,052	148
	'26 년	30,851	3,959	6,359	5,719	4,708	156
YoY	'24 년	*12.5%*	*15.7%*	*13.8%*	*7.6%*	*22.9%*	84.1%
	'25 년	*8.0%*	*9.4%*	*15.6%*	*9.7%*	*22.0%*	13.6%
	'26 년	*3.7%*	*10.0%*	*12.3%*	*14.5%*	*16.2%*	5.4%
영업이익 (십억 원)	'23 년	902	80	258	325	315	13
	'24 년	1,088	115	362	390	669	12
	'25 년	1,137	123	594	447	903	16
	'26 년	1,329	176	768	561	1,094	17
YoY	'24 년	*20.6%*	*44.3%*	*40.6%*	*20.0%*	*112.2%*	*-5.3%*
	'25 년	*4.5%*	*7.1%*	*63.8%*	*14.8%*	*35.0%*	*29.1%*
	'26 년	*16.9%*	*42.5%*	*29.3%*	*25.4%*	*21.2%*	*6.3%*
영업 이익률	'23 년	3.7%	2.8%	6.0%	7.7%	11.7%	18.5%
	'24 년	3.9%	3.5%	7.4%	*8.6%*	20.1%	*9.5%*
	'25 년	3.8%	3.4%	10.5%	*9.0%*	22.3%	*10.8%*
	'26 년	4.3%	4.4%	12.1%	*9.8%*	23.2%	*10.9%*
순이익 (십억 원)	'23 년	436	71	116	206	259	12
	'24 년	237	70	223	239	502	13
	'25 년	391	83	404	310	673	14
	'26 년	511	135	540	403	835	16
YoY	'24 년	*-45.6%*	*-0.2%*	*92.0%*	*15.9%*	*93.5%*	13.6%
	'25 년	*64.7%*	*18.4%*	*81.4%*	*29.7%*	*34.2%*	6.0%
	'26 년	*30.7%*	*61.9%*	*33.8%*	*30.2%*	*24.1%*	14.3%
순이익률	'23 년	1.8%	2.5%	2.7%	4.9%	9.6%	16.4%
	'24 년	0.9%	2.1%	4.5%	5.2%	15.1%	10.1%
	'25 년	1.3%	2.3%	7.1%	6.2%	16.6%	9.5%
	'26 년	1.7%	3.4%	8.5%	7.1%	17.7%	10.3%
EV/ EBITDA	'23 년	7.8	13.4	7.9	5.9	9.5	12.0
	'24 년	7.3	13.4	10.7	10.6	18.4	18.1
	'25 년	9.3	18.4	19.0	16.1	18.7	43.6
	'26 년	8.1	13.0	15.0	13.3	15.5	43.6
PER	'23 년	5.9	17.7	13.0	10.4	11.4	23.2
	'24 년	10.9	27.3	16.4	19.9	27.4	30.2
	'25 년	14.8	34.8	28.9	28.3	27.6	60.8
	'26 년	11.1	21.6	21.7	21.7	22.3	48.7
PBR	'23 년	0.5	1.3	1.4	1.3	2.8	2.2
	'24 년	0.6	1.4	1.9	2.6	9.2	2.2
	'25 년	1.2	1.8	5.1	4.3	9.5	3.5
	'26 년	1.1	1.7	4.2	3.8	7.3	3.3
ROE	'23 년	9.6%	7.8%	11.3%	12.6%	27.7%	9.9%
	'24 년	5.1%	5.8%	14.9%	13.4%	39.3%	8.0%
	'25 년	8.1%	5.4%	19.3%	15.9%	39.1%	6.8%
	'26 년	10.1%	7.5%	21.1%	18.3%	36.8%	7.0%

자료: Bloomberg, 키움증권 리서치센터
주) 추정치는 블룸버그 컨센서스 기준

해외 HVDC 기업 실적 및 밸류에이션 테이블

기업명		GE Vernova	Siemns	Hitachi	Prysmian	Nexans	NKT
시가총액(백만 달러)		163,397	70,853	18,216,286	23,223	5,577	33,817
연초 대비 주가 수익률		82.5%	75.9%	1.0%	27.1%	22.4%	22.4%
매출액 (백만 달러)	'23 년	33,239	33,233	80,487	16,606	8,425	2,777
	'24 년	34,935	37,369	67,379	18,418	9,245	3,518
	'25 년	37,227	45,751	68,218	22,743	8,718	3,838
	'26 년	41,048	50,000	69,483	24,170	8,773	3,940
YoY	'24 년	*5.1%*	*12.4%*	*-16.3%*	*10.9%*	*9.7%*	26.7%
	'25 년	*6.6%*	*22.4%*	*1.2%*	*23.5%*	*-5.7%*	9.1%
	'26 년	*10.3%*	*9.3%*	*1.9%*	*6.3%*	*0.6%*	2.7%
영업이익 (백만 달러)	'23 년	(923)	(3,567)	5,957	894	404	178
	'24 년	471	(92)	5,369	1,260	555	260
	'25 년	2,050	2,418	6,582	2,038	666	285
	'26 년	3,952	4,561	7,205	2,336	714	312
YoY	'24 년	*N/A*	*N/A*	*N/A*	*40.9%*	*37.2%*	*46.0%*
	'25 년	*335.3%*	*N/A*	*22.6%*	*61.7%*	*20.1%*	*9.8%*
	'26 년	*92.7%*	*88.7%*	*9.5%*	*14.6%*	*7.1%*	*9.4%*
영업 이익률	'23 년	N/A	N/A	7.4%	5.4%	4.8%	6.4%
	'24 년	1.3%	N/A	8.0%	*6.8%*	6.0%	*7.4%*
	'25 년	5.5%	5.3%	9.6%	*9.0%*	7.6%	*7.4%*
	'26 년	9.6%	9.1%	10.4%	*9.7%*	8.1%	*7.9%*
순이익 (백만 달러)	'23 년	(438)	(4,840)	4,802	572	239	134
	'24 년	1,552	1,285	4,085	789	302	365
	'25 년	2,150	1,532	4,478	1,238	466	245
	'26 년	3,489	3,112	5,146	1,544	431	248
YoY	'24 년	N/A	N/A	*-14.9%*	*37.8%*	*26.3%*	171.2%
	'25 년	*38.5%*	*19.2%*	*9.6%*	*56.9%*	*54.3%*	-32.9%
	'26 년	*62.3%*	*103.1%*	*14.9%*	*24.8%*	*-7.5%*	1.2%
순이익률	'23 년	-1.3%	-14.6%	6.0%	3.4%	2.8%	4.8%
	'24 년	4.4%	3.4%	6.1%	4.3%	3.3%	10.4%
	'25 년	5.8%	3.3%	6.6%	5.4%	5.3%	6.4%
	'26 년	8.5%	6.2%	7.4%	6.4%	4.9%	6.3%
EV/ EBITDA	'23 년	N/A	N/A	6.2	9.0	7.0	10.8
	'24 년	50.9	16.7	10.7	13.3	7.2	7.4
	'25 년	45.8	18.2	13.1	12.0	6.8	10.6
	'26 년	30.0	12.2	12.0	10.8	6.6	9.7
PER	'23 년	N/A	N/A	10.6	21.2	15.6	28.9
	'24 년	54.2	24.1	21.9	23.8	16.3	16.4
	'25 년	75.9	58.9	28.6	21.3	14.6	21.9
	'26 년	46.8	29.1	24.0	17.9	15.3	21.6
PBR	'23 년	N/A	1.1	1.4	3.0	2.0	2.4
	'24 년	9.5	2.9	2.3	3.5	2.5	2.2
	'25 년	15.0	7.0	3.1	3.7	2.6	2.4
	'26 년	12.1	5.8	2.9	3.2	2.3	2.1
ROE	'23 년	-4.8%	-35.4%	14.0%	14.4%	13.2%	9.1%
	'24 년	18.3%	13.5%	11.1%	16.4%	15.9%	19.7%
	'25 년	21.3%	12.8%	11.1%	19.3%	19.7%	11.0%
	'26 년	28.2%	22.1%	12.8%	19.3%	15.5%	10.2%

자료: Bloomberg, 키움증권 리서치센터
주) 추정치는 블룸버그 컨센서스 기준