



Biweekly 격주간
2024 05.03

세계원전시장 인사이트

현안이슈

세계 원전정책 동향 업데이트

1. 세계 원전 현황
2. 북미
3. 아시아 및 아프리카
4. 유럽

주요단신

북미 86

- 미국 Vogtle 원전 4호기, 착공 10년 만에 상업운전 시작
- 미국 Constellation, 미 NRC에 Illinois 주 Dresden 원전 2·3호기 2차 계속 운전 신청서 제출
- 미국 X-energy의 TRISO 연료 제조시설, 약 2천억 원 세액공제 대상으로 선정
- 캐나다 연방정부, 2024년 연방 예산안에서 원전 건설 등 원자력 프로젝트 지원 강화 방침
- 캐나다 BWXT, Ontario 주 제조시설 8백억 원 규모 확장 계획 발표
- 캐나다 CNSC, Darlington SMR 사업 기존 환경평가가 BWRX-300에 적용 가능하다고 결론
- 기타단신

유럽 94

- 프랑스 Framatome, 영국 Sizewell C 원전 개발사와 기자재 공급 위한 수십 억 유로 규모 다수 계약 체결
- 벨기에 하원, Tihange 3호기 및 Doel 4호기 2035년까지 계속운전 시행 법안 승인
- 영국 Sheffield Forgemasters, 미국기계학회(ASME) 인증 취득
- Westinghouse, 불가리아 Kozloduy 신규 원전 공급망 구축 위해 현지 공급 업체와 양해각서 체결
- 미국 Bechtel, 폴란드 최초 원전 건설 위한 지질조사작업 착수
- 우크라이나 Energoatom, Westinghouse과 원전부지 개발 착수 행사 개최 및 Holtec과 SMR 기자재 생산 기본협약 체결
- 기타단신

아시아 100

- 일본 이카타 원전, 시코쿠 해협 6.6 강진에 출력 2% 저하...안전에는 영향 없음
- 일본, 7차 에너지기본계획에서 2040년도 최적 전원 구성 수립 예정
- 일본 규슈지방 겐카이정 의회, 방폐물 최종처분시설 적합성 조사 청원 채택
- 일본 JAEA, 영국 NNL과 고온가스로 연료생산 기술에서 협력
- 기타단신



세계원전시장

인사이드

Biweekly 격주간

2024 05.03

발행인 김현재

편집인

조주현	joohyun@keei.re.kr	052-714-2035
김창훈	hesedian@keei.re.kr	052-714-2210
신재정	jjshin@keei.re.kr	052-714-2054
김선진	sunjin@keei.re.kr	052-714-2018
유석중	sjryu@keei.re.kr	052-714-2257
정진영	jy_jeong@keei.re.kr	052-714-2081
한지혜	jhhan@keei.re.kr	052-714-2089
김유정	yjkim@keei.re.kr	052-714-2294
이유경	rglee@keei.re.kr	052-714-2283

디자인·인쇄 효민디앤피 051-807-5100

※ 본 간행물은 한국수력원자력(주) 정책과제의 일환으로 발행되었습니다.

본 「세계원전시장 인사이드」에 포함된 주요내용은 연구진 또는 집필자의 개인 견해로서 에너지경제연구원의 공식적인 의견이 아님을 밝혀 둡니다.

현안이슈

세계 원전정책 동향 업데이트

에너지경제연구원 원전정책연구실

조주현 연구위원(joohyun@keei.re.kr),

정진영 전문연구원(jy_jeong@keei.re.kr),

김유정 위촉연구원(yjkim@keei.re.kr),

김창훈 연구위원(hesedian@keei.re.kr)

한지혜 전문위원(jhhan@keei.re.kr)

이유경 위촉연구원(rglee@keei.re.kr)

1 세계 원전 현황¹⁾

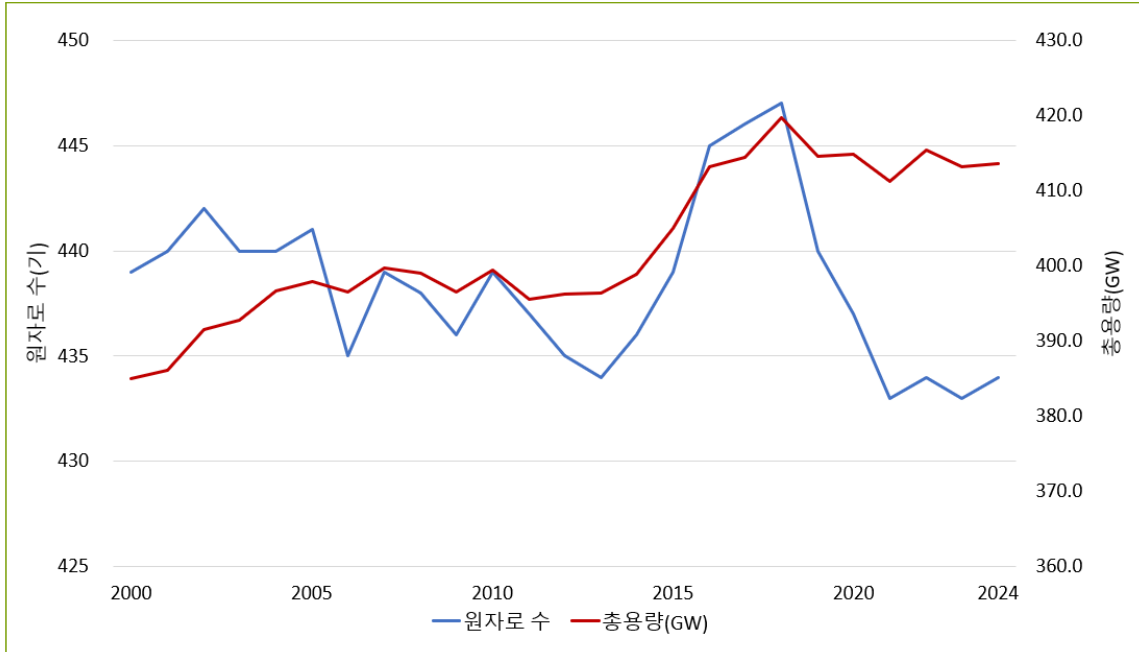
1) 운영 현황

- 2024년 4월 기준으로 전 세계 32개 국가²⁾에서 434기의 원자로가 운영 중에 있으며, 총 설비용량은 413.5GW임.
 - 지역별로는 극동아시아가 116기, 북미 112기, 서유럽 93기, 중앙·동유럽 74기, 중동 및 남아시아 30기, 남미 7기, 아프리카 2기가 운영 중임.
 - 노형별로는 PWR 307기, BWR 58기, PHWR 47기, LWGR 11기, GCR 8기, FBR 2기, HTGR 1기 순임.
- 2000년 이후 운영 중인 전 세계 원전 설비용량은 2018년까지 꾸준히 증가한 이후 감소세가 유지되었다가 반등함.
 - 원자로 수의 경우, 2013년 이후 급속도로 증가한 후, 2018년 이후로 독일, 미국, 영국 등에서의 원전 폐쇄로 2023년까지 감소함.
- 국가별로는 미국이 93기(101.2GW)로 가장 많으며, 프랑스 56기(64.0GW), 중국 55기(56.9GW), 러시아 37기(29.6GW), 일본 33기(33.1GW), 한국 26기(26.1GW) 순임.

1) <https://www.iaea.org/pris/>(검색일: 2022.04.11.)를 참고하여 작성되었음.

2) 대만을 포함하지 않을 경우 31개국임.

그림 원자로 수 및 용량 추이

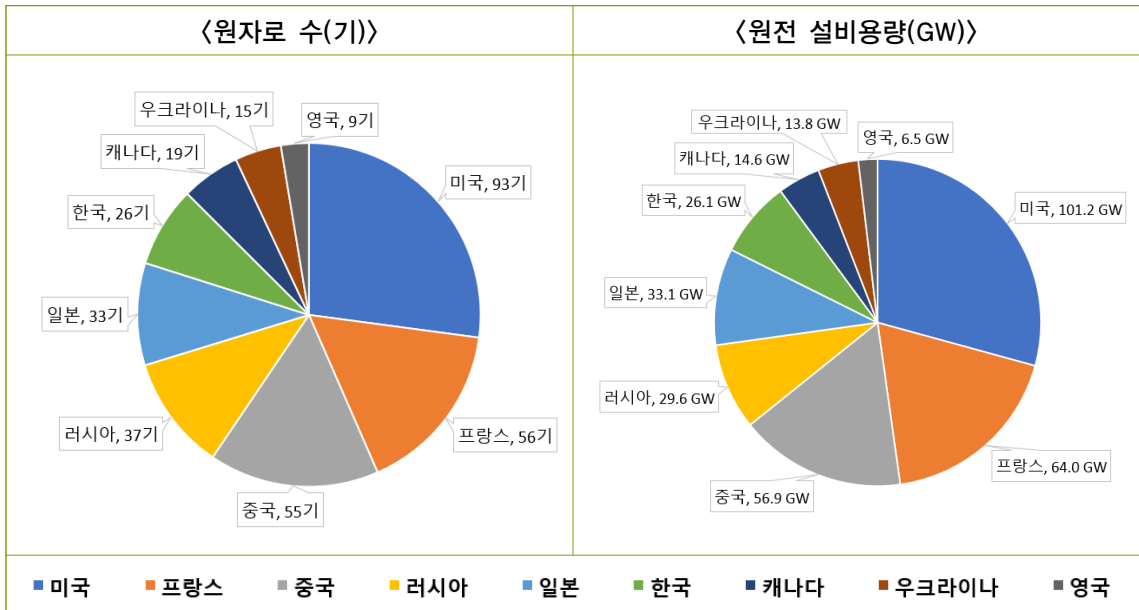


자료: IAEA PRIS(검색일: 2024.04.25.)

* 단, 일본은 IAEA 상에서의 운영 중단(suspended operation)인 원전을 가동 중인 원전으로 고려하고 있어 이를 변경·적용함.

* 한국의 원자로 수 및 용량을 한국전력거래소 자료를 준용함에 따라 기존 패턴과 상이할 수 있음.

그림 주요 국가별 원전 운영 현황

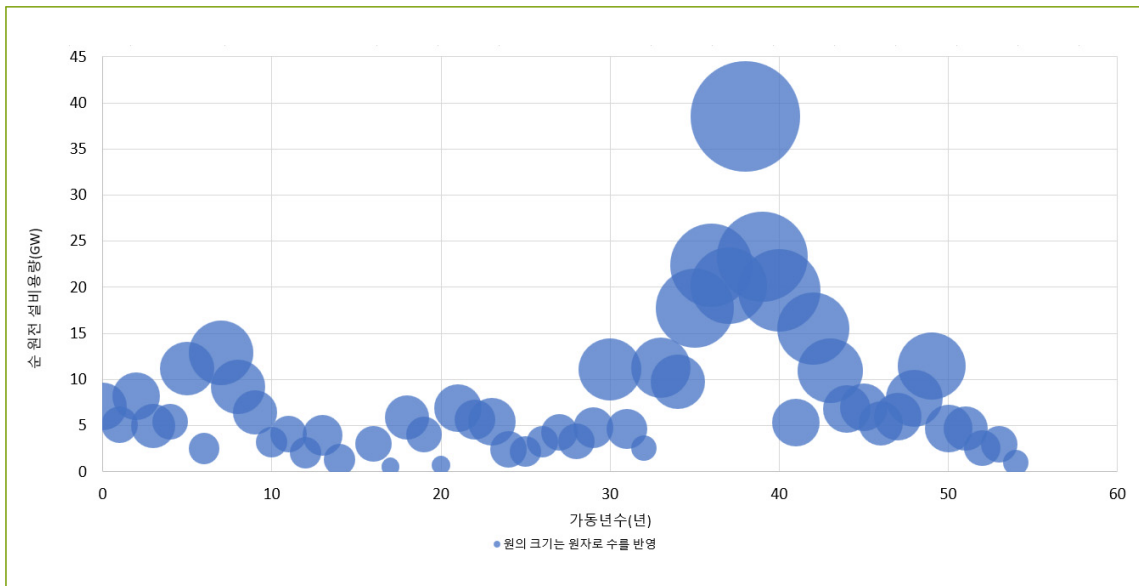


자료: IAEA PRIS(검색일: 2024.04.25.)

■ 전체 원전의 평균 가동년수는 31.1년으로 전반적으로 노후화가 진행 중임.

- 가동년수가 10년 미만인 원자로는 68기, 10년 이상 20년 미만인 원자로는 33기, 20년 이상 30년 미만인 원자로는 43기, 30년 이상 40년 미만인 원자로는 159기, 40년 이상 50년 미만인 원자로는 108기, 50년 이상인 원자로는 23기로, 30년 이상된 원자로는 전체의 67%를 차지함.
- 전체 원전의 가동년수 평균의 추이를 보면 1990년 기준으로는 10.8년(총 416기), 2000년 기준 18.4년(총 435기), 2010년 기준 25.8년(총 441기)임.

그림 2024년 세계 원전 가동년수 분포



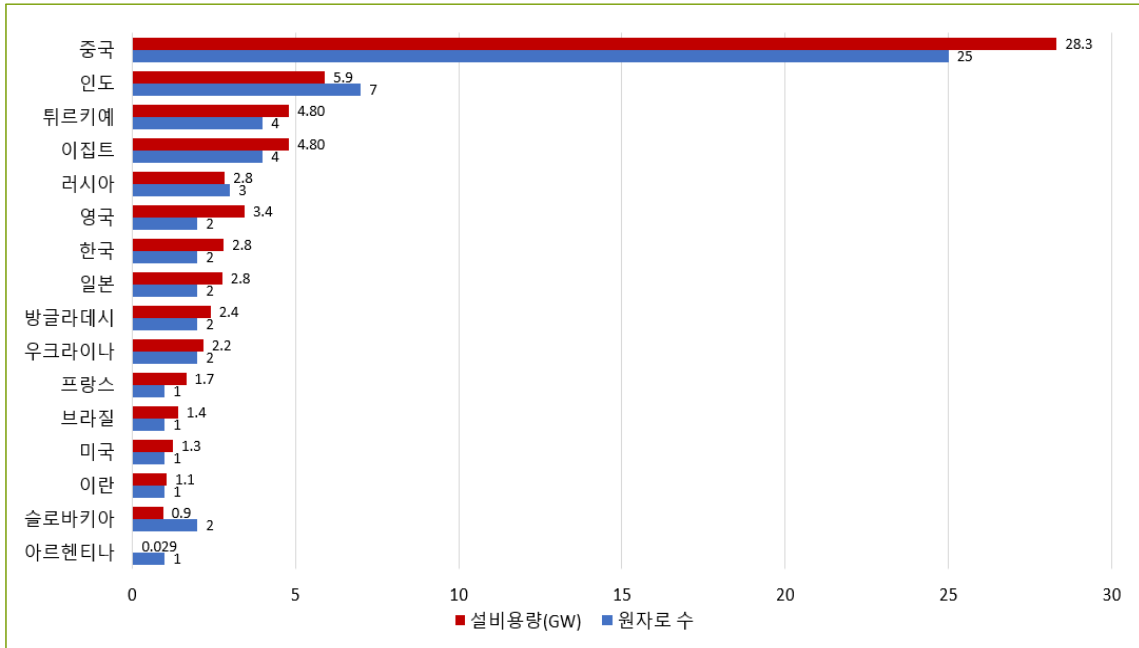
자료 : IAEA PRIS(검색일 : 2024.04.25.)

2) 건설 현황

■ 2024년 4월 기준 전 세계 17개 국가에서 61기의 원자로는 건설 중에 있으며, 건설 중인 원자로의 총 설비용량은 약 68.0GW임.

- 중국이 가장 많은 25기(28.3GW)의 원자로를 건설하고 있으며, 다음으로는 인도(7기, 5.9GW), 튀르키예 및 이집트(각 4기, 각 4.8GW), 러시아(3기, 2.8GW) 순으로 높은 것으로 나타남. 한국은 현재 2기(2.8GW)의 원자로를 건설 중임.

그림 국가별 원전 건설 현황



자료 : IAEA PRIS(검색일 : 2024.04.25.)

* 일본은 자국 내 건설 중인 원전을 3기로 표기하고 있으나, IAEA는 2011년 3월 이후 건설이 중단된 HIGASHIDORI 1호기를 제외하고 2기로 공표하고 있음.

3) 폐쇄 현황

■ 2024년 4월 기준 전 세계 22개국³⁾에서 209기, 총 112.2GW의 원자로가 폐쇄되었음.

- 현재 원전 운영국 32개국 중 18개국에서 총 169기의 원자로가 폐쇄되었음. 미국이 41기의 원자로를 폐쇄하였고 영국이 36기, 일본이 27기, 프랑스가 14기의 원자로를 폐쇄하였음. 이어 러시아가 10기, 스웨덴이 7기, 캐나다가 6기의 원자로를 폐쇄하였음.
- 독일(33기), 이탈리아(4기), 리투아니아(2기), 카자흐스탄(1기)은 운영하였던 모든 원전을 폐쇄하였고, 현재 운영 중인 원전은 없음.

3) 대만을 제외할 경우 21개국임.

표 IAEA 발표 기준 국가별 원전 운영·건설·폐쇄 현황(2024.04)

(단위 : 개수, MW)

구분	국가	운영 중		건설 중		폐쇄	
		원자로	설비용량	원자로	설비용량	원자로	설비용량
원전 운영국가	미국	93	101.2	1	1.3	41	21.1
	프랑스	56	64.0	1	1.7	14	6.1
	중국	55	56.9	25	28.3		
	러시아	37	29.6	3	2.8	10	4.3
	일본	33	33.1	2	2.8	27	17.9
	한국	26	26.1	2	2.8	2	1.3
	인도	20	7.5	7	5.9		
	캐나다	19	14.6			6	2.3
	우크라이나	15	13.8	2	2.2	4	3.8
	영국	9	6.5	2	3.4	36	9.2
	스페인	7	7.4			3	1.1
	벨기에	5	4.1			3	2.1
	스웨덴	6	7.2			7	4.3
	체코	6	4.2				
	파키스탄	6	3.5			1	0.1
	핀란드	5	4.6				
	스위스	4	3.1			2	0.4
	헝가리	4	2.0				
	슬로바키아	4	2.0	2	0.9	3	1.0
	대만	2	1.9			4	3.2
	아르헨티나	3	1.8	1	0.0		
	UAE	3	4.3	1	1.4		
	불가리아	2	2.1			4	1.8
	브라질	2	2.0	1	1.4		
	남아프리카공화국	2	1.9				
	멕시코	2	1.6				
	루마니아	2	1.4				
	벨라루스	2	2.4				
	이란	1	1.0	1	1.1		
	슬로베니아	1	0.7				
네덜란드	1	0.5			1	0.1	
아르메니아	1	0.4			1	0.4	
신규원전 건설국가	튀르키예			4	4.8		
	방글라데시			2	2.4		
	이집트			4	4.8		
원전 폐쇄국가	독일					33	27.7
	이탈리아					4	1.5
	리투아니아					2	2.6
	카자흐스탄					1	0.1
합계		434	413.5	61	68.0	209	112.2

자료 : pris.iaea.org(검색일 : 2024.04.25.)의 자료를 바탕으로 재구성, 단 한국은 한국전력거래소 자료 적용.

* 일본은 자국 내 건설 중인 원전을 3기로 표기하고 있으나, IAEA는 2011년 3월 이후 건설이 중단된 HIGASHIDORI 1호기를 제외하여 건설 중인 일본의 원전을 2기로 공표하고 있음.

2 복미

■ 미국

■ 현황

- 미국은 2024년 4월 기준 94기의 원자로(102,475MW)를 가동 중이며 41기의 원자로(21,067MW)가 영구 정지됨.
 - 미국 내 유일하게 건설 중이었던 Vogtle 4호기가 2024년 4월 29일에 상업운전을 시작함.
 - 미시간 주 Palisades(805MW, PWR) 원전이 경제성 악화를 이유로 2022년 5월 20일 영구 정지됨.
- 2021년 미국의 총발전량은 4,510TWh로, 가스 38%, 석탄 20%, 원자력 18%, 풍력·태양광·지열 등 14%, 수력 7%, 바이오매스 2%, 석유 1%임.⁴⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2021년 11월 Biden 대통령이 서명한 ‘초당적 인프라 투자 및 일자리 법안(Infrastructure Investment and Jobs Act, IIJA)’의 일환으로 추진된 계속운전 지원을 위한 상업원전 지원책(Civil Nuclear Credit, CNC)에 미 에너지부는 부처 예산 중 60억 달러(약 8조 원)⁵⁾를 배정함.
 - 2022년 4월 19일 1차 지원 공모 시작 후 같은 해 11월 21일 California 주의 Diablo Canyon 원전이 선정되어 1차 지원금인 총 11억 달러(약 2조 원)를 향후 4년간 지원하기로 함. 2023년 3월 2일에는 CNC 2차 신청 조건이 공고되었는데, 1차와 달리 경제성을 이유로 이미 조기 폐쇄된 원전의 소유주 혹은 운영사도 신청할 수 있게 됨.
- 2022년 8월 16일 Biden 대통령은 감세, 의료보험 보조, 에너지 안보 등 여러 분야를 포함하는 인플레이션 감축법안(IRA)에 서명했으며, 에너지 관련 예산은 3,700억 달러(약 506조 원)으로 여기에 원전 운영사의 전력 판매 수익에 대한 생산세액공제(Production Tax Credit, PTC) 항목이 포함되면서 가동 중인 원전과 신규 차세대 원전의 전력 판매 수익 및 원전 등을 활용해 생산한 청정수소 판매 수익에 대한 세 부담을 경감하는 효과가 기대됨.
 - 가동 중인 원전의 발전량에는 2023년 12월 31일부터 10년간 1kWh당 0.3센트의 세액공제를

4) Enerdata Country Energy Report—United States, pp.20.(2023.10.)

5) 미국 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러= 1,369원)

기본적으로 적용하고 추가 조건 만족 시 최대 다섯 배까지 적용이 가능하며, 2024년 이후 상업운전을 시작하는 신규 원전과 차세대 원전에도 청정에너지 생산 세액공제(Clean Electricity PTC)가 적용되어 1kWh당 0.3센트의 세액공제가 최대 10년간 적용됨.

- 2023년 5월 31일 미 상원 환경·공공사업위원회(Senate Environment and Public Works)는 같은 해 4월 상원의원 대표 위원회(bipartisan group of senators)가 발의한 선진 원자로 개발과 관련 초당적 지원을 바탕으로 한 새로운 법안인 ‘Accelerating Deployment of Versatile, Advance Nuclear for Clean Act(이하 ‘Advance Act’)’를 찬성 16대 반대 3으로 통과시킴.
 - Advance Act는 원자력 에너지의 보급 확대에 따른 인력 확보의 필요성과 석탄 발전소에서 원자력 발전소로의 전환, 그리고 사용후핵연료 관리 등과 관련된 6개의 주요 내용을 포함함. 구체적으로 선진원자로 인허가 비용 및 절차 간소화 관련 인력 강화와 원자력 분야 역량 강화 등을 담고 있음.
- 2023년 12월 22일 미 재무부와 국세청은 2022년 IRA에 따라 제정된 45V 청정수소 생산 세액공제 규정 발표를 통해 청정수소 생산업체가 1kg당 최대 3달러의 세액공제를 받을 수 있는 세부 기준을 제시하였으며, 지원 대상으로 신규 원전에서 생산된 수소만 포함하도록 규정할 예정임을 밝힘.
 - 지침에 따른 세액공제 수혜 대상으로 수소 설비 서비스 시작 시점에서 3년 이내에 가동을 시작한 청정 발전설비만 자격을 부여하도록 규정하고 있으며, 신규 설비 증설로 인한 발전량도 새로운 청정 전력 공급원으로 간주됨. 2033년 이전에 건설을 시작하는 프로젝트를 대상으로 하며, 수소 생산시설이 가동되는 날로부터 10년간 적용이 됨.
- SMR 및 다양한 원자력 연구개발 계획과 고순도저농축우라늄(이하 ‘HALEU’) 국내 생산 지원 등을 포함하는 2024 회계연도 6개 세출법안이 2024년 3월 6일 하원에서 찬성 339표, 반대 85표로 가결되었으며, 3월 8일 상원에서 찬성 75표, 반대 22표로 통과된 이후 3월 9일 Biden 대통령이 서명함으로써 발효됨.
 - 세출법안에는 SMR을 포함한 원자력 연구개발 등 미 에너지부의 원자력 프로그램 지원에 총 16억 8,500만 달러(약 2조 원)가 배정되며, 이 중 선진 원자로 연료 가용성(Advanced Nuclear Fuel Availability) 프로그램에 1억 달러(약 1,368억 원)가 배정됨.
- 이어 2024년 3월 23일 Biden 대통령은 2024 회계연도 예산안 중 여야 간 견해차로 처리가 지연됐던 나머지 6개 세출법안을 모은 미니버스 예산안(minibus packages)에 서명하였으며, 이로써 여기에 포함된 원자력손해배상법(Price-Anderson Act)의 40년 연장안이 가결됨.
 - 2025년 12월 31일에 만료 예정이던 원자력손해배상법은 원자력 산업과 관련된 사고 및

재해로 인한 재정적 리스크 관리를 위해 1957년에 제정된 법률로서, 이번에 통과된 원자력 손해배상법에는 미국 이외의 지역에서 발생한 원전 사고에 대해 미 에너지부가 제공해야 하는 보험 기준액을 기존 5억 달러(약 6,838억 원)에서 20억 달러(약 3조 원)로 상향하는 내용이 포함됨.

● 미국 주 정부, 신규원전 건설 및 SMR 지원 위한 법안 통과와 예산 배정

① 2023년 12월 11일 Illinois 주 J.B. Pritzker 주지사는 기존에 제안된 법안인 SB76을 개정한 HB2473에 서명하고, 해당 주에서 1987년부터 시행된 신규원전 건설 금지 조치(Moratorium)를 해제함.

- HB2473 개정안은 2026년 1월부터 발효되며 신규 건설이 가능한 원전은 최대 300MW의 SMR로 제한하고, Illinois 주 원자력안전대비법(Nuclear Safety Preparedness Act)과 원자력시설안전법(Illinois Nuclear Facility Safety Act)이 SMR에는 적용되지 않도록 하며, Illinois 비상관리국과 국토안보국이 SMR R&D를 주도하고 SMR 규제를 채택하도록 명시함.

② 2024년 2월 13일과 14일 Virginia 주 상원과 하원은 각각 SMR 보급 및 지원을 위한 법안인 상원 법안 454(Senate Bill 454)와 하원 법안 1491(House Bill 1491)을 승인함.

- SB 454에는 Appalachian Power와 Dominion Energy가 최대 1기의 SMR 프로젝트 개발 비용 회수를 위한 비용 조정 조항 승인 청원을 주 위원회에 언제든지 할 수 있도록 허용하는 내용이 포함됨.

- HB 1491에는 SMR 시설과 관련된 개발 비용의 회수와 함께 Appalachian Power와 Dominion Energy가 SMR 시설 건설 인허가 신청 전 프로젝트 개발 비용(평가, 설계, 엔지니어링, 환경 분석, 인허가) 관련 내용을 주 위원회에 검토하도록 요청할 수 있는 내용이 포함됨.

③ 2024년 2월 26일 Kentucky 주 상원과 3월 22일 Kentucky 주 하원은 각각 해당 주에 원자력 개발청 설립 및 원자력 사업 활성화를 위한 상원 법안 198(Senate Bill 198)을 만장일치로 통과시킴.

- SB 198에는 Kentucky 주에서 원자로 관련 시설 부지 탐색과 적합성 조사 착수 및 해당 지역에 적용할 수 있는 기준 설정 내용과 함께 Kentucky 주 내 원자력 에너지 개발 및 관련 문제를 다루는 비규제기관인 원자력개발청(KNEDA) 설립 내용이 포함됨.

- 그러나, 2024년 4월 4일 Kentucky 주 Andrew Beshear 주지사는 SB 198 내 KNEDA의 구성 위원 선정 방법과 관련해 민간 부문의 관계자들이 주지사의 허락 없이 위원들을 임명하는 것을 허용하는 내용에 문제가 있음을 제기하면서 권력이 위임될 수 없다고 밝히며 법안 최종 승인을 거부함.

④ 2024년 3월 6일 Washington 주 의회는 SMR 개발을 목표로 2023~2025년 추가 자본 예산안(supplemental capital budget)에 2,500만 달러(약 342억 원)를 배정했다고 발표함.

- 예산안 배정은 Washington 주의 원전 사업자인 Energy Northwest의 미 에너지부 대출사무국(LPO) 프로그램 신청 참여를 위한 비연방 매칭(non-federal match)으로 제공되는 것임.
- 2023년 12월 11일 미 하원과 2024년 4월 30일 미 상원은 러시아산 우라늄의 수입을 금지하는 법안 H.R.1042(Prohibiting Russian Uranium Imports Act)를 통과시킴.
 - H.R.1042는 법 제정 90일 이후부터 러시아산 우라늄 수입을 원칙적으로 금지하되 2027년까지는 예외적인 상황에서 조건부로 수입을 허용하고, 허용량은 매해 단계적으로 감소하여 2028년 1월 1일부터는 전면 금지되도록 함.
 - 한편 2024년 1월 18일 미 하원 경제성장·에너지정책·규제정책 소위원회(The U.S. House of Representatives Subcommittee on Economic Growth, Energy Policy, and Regulatory Affairs)는 ‘차세대 미국 원자력 에너지 활성화(The Next Generation: Empowering American Nuclear Energy)’ 주제의 청문회를 개최하여 미 정부와 산업계가 국가 안보 강화와 원전 이용률 개선을 위한 국내 발전 구축을 위한 접근법 개발에 주력해야 한다고 강조함.
- 2024년 2월 28일 미 연방하원은 미국 내 신규 원자로 개발 및 건설 촉진을 위한 초당적 ‘원자력선진화법(Atomic Energy Advancement Act, H.R. 6544)’을 찬성 365표, 반대 36표로 통과시킴.
 - 해당 법안에는 미국 내 원자력 사업 지원을 위해 NRC의 원자로 승인 절차 간소화, 인허가 수수료 감액 등 규제 장벽을 완화하고 재정적인 지원을 제공하는 내용이 포함됨.
- 2023년 12월 13일 미 상·하원이 2024 회계연도 국방수권법(NDAA)을 통과시키면서 같은 해 7월 해당 법안에 포함된 핵연료보안법의 시행이 가시화됨.
 - 2023년 7월 27일 미 상원은 핵연료보안법을 국방수권법에 포함하는 안을 찬성 96, 반대 3으로 승인하였는데, 여기에는 미 에너지부가 국내 핵연료 주기 확장 및 강화하는 것을 목표로 하는 핵연료 프로그램을 수립하도록 지시하는 것 외에 미 에너지부가 실행 가능한 모든 선택사항을 고려해 선진 원자로의 요구사항과 일정에 차질 없이 미 에너지부가 소유한 생산분 HALEU를 사용할 수 있도록 지시함.
 - 이와 관련하여, 2023년 10월 24일 미 하원 에너지 및 상업 위원회(Energy and Commerce Committee)의 에너지·기후·전력망 안보 소위원회(House Energy and Commerce Subcommittee on Energy, Climate, and Grid Security)는 Bob Latta 하원의원이 발의한 초당적 법안인 핵연료보안법(Nuclear Fuel Security Act, SA 999)을 승인하였는데, 여기에는 HALEU 생산량을 늘리고 이에 필요한 핵연료보안 프로그램을 수립하도록 하며, 생산 공급에 차질이 발생할 경우 자국 내 생산 및 전환과 농축 우라늄 가용성 보장을 위해 연료 공급 프로그램을 확대하는 내용이 포함됨.

■ 주요 이슈

● Vogtle 4호기 상업운전 시작

- 2024년 4월 29일 미국 내 유일하게 건설 중이었던 Vogtle 4호기가 상업운전을 시작함. Vogtle 4호기는 2024년 2월 14일 최초 임계를 달성, 같은 해 3월 1일 해당 원자로가 전력망에 연결됨.

● 미 원전 운영사들, 계속운전 추진

① Diablo Canyon 원전, 계속운전 추진 중

- 2023년 11월 7일 미국 California 주에서 유일하게 가동 중인 Diablo Canyon 원전(총 2,256MW, PWR 2기)의 운영사 PG&E는 NRC에 해당 원전의 계속운전 신청서를 다시 제출했다고 발표함.

※ PG&E는 2022년 10월 NRC에 Diablo Canyon 원전의 1차 계속운전 신청에 대한 검토 재개를 요청했으나, NRC는 2023년 1월 서한을 통해 2009년 제출한 해당 신청서 검토 재개를 뒷받침할 충분한 정보나 근거 관련 선례가 부족하다는 이유로 PG&E의 요청을 거부하고 새로운 계속운전 신청서를 제출하도록 지시함.

- 2023년 12월 19일 NRC는 2023년 11월 7일 PG&E가 재제출한 Diablo Canyon 원전의 계속운전 신청서를 승인하였으며 계속운전 인허가 검토는 최대 5년까지 소요될 수 있으므로, 심사 기간동안은 Diablo Canyon 1·2호기의 최초 운영허가 만료 시점인 2024년 11월과 2025년 8월 이후에도 해당 원전 운영이 가능하다고 밝힘.

- 2024년 1월 17일 미 행정부는 Diablo Canyon 원전의 계속운전 지원을 위한 상업원전 지원책(CNC)의 1차 지원금인 총 11억 달러(약 2조 원)의 지원금 수여를 최종 확정하는 신용지급계약(credit award and payment agreement)에 서명함.

② Browns Ferry 원전, 2차 계속운전 신청

- 2024년 2월 2일 Alabama 주 Athens에 위치한 Browns Ferry 원전(총 3,610MW, BWR 3기)을 운영 중인 미국 TVA는 NRC에 해당 원전의 2차 계속운전 신청서를 제출함.

- Browns Ferry 원전은 1호기 1974년 12월, 2호기 1975년 3월, 3호기 1977년 3월 상업운전을 시작하였고 3기 모두 2006년 5월 4일 1차 계속운전 허가를 취득함. 1차 계속운전 승인으로 1·2·3호기는 각각 2033년 12월 20일, 2034년 6월 28일, 2036년 7월 2일까지 가동이 가능함.

③ Clinton 원전, 계속운전 추진 중

- 2024년 2월 15일 미국 발전사 Constellation Energy Corp는 Illinois 주에 위치한 Clinton 원전(1,098MW, BWR)의 계속운전 추진을 위해 NRC에 인허가 신청서를 제출했다고 발표함.

- Clinton 원전은 1975년 10월 1일 착공하여 1987년 2월 27일 최초임계 도달, 같은 해 4월 24일 전력망에 연결된 이후, 1987년 11월 24일 상업운전을 시작함. 최초운영 허가는 2027년 4월에 만료되며, 인허가 승인 시 2047년까지 운영이 가능해짐.

④ New Jersey 주의 원자로 3기 2차 계속운전 추진 계획 발표

- 2024년 3월 28일 미국 전력사 PSEG Nuclear LLC는 NRC에 New Jersey 주 Salem County에 있는 Salem 원전 1·2호기(총 2,454MW, PWR)와 Hope Creek 1호기(1,240MW, BWR)의 2차 계속운전 추진 관련 의향서(letter of intent)를 제출했으며, 해당 의향서에는 2027년 2분기 NRC에 원자로 3기의 2차 계속운전 신청서를 제출할 것으로 명시됨.
- Salem 1·2호기는 각각 1977년 6월 30일과 1981년 10월 13일에 상업운전을 시작하였으며, Hope Creek 1호기는 1986년 12월 20일에 상업운전을 시작함. NRC의 2차 계속운전 승인 시 Salem 1·2호기와 Hope Creek 1호기는 순서대로 2056년, 2060년, 2066년까지 가동이 가능함.

⑤ Palisades 원전, 계속운전 추진 중

- 2024년 3월 27일 미 에너지부 대출사무국(LPO)은 2022년 5월 조기 폐쇄된 Michigan 주의 Palisades 원전(805MW, PWR)의 복구 및 재가동을 위해 Holtec에 조건부로 최대 15억 2천만 달러(약 3조 원)의 대출을 보증한다고 발표함.
- 미 에너지부의 발표는 2023년 3월 Holtec이 Palisades 원전의 재가동을 위해 LPO에 자금 지원을 신청한 데 따른 것으로, LPO의 지원 조건은 Palisades 원전이 NRC로부터 규제 승인을 받고 기술·법·환경·재무 등의 특정 요구사항을 충족하는 것을 전제로 함.

● 미 발전사들, 대형 원전 소유주 변경 진행

① Constellation Energy, NRG의 South Texas Project 원전의 일부 지분 인수 완료

- 2023년 10월 31일 Constellation Energy는 NRG Energy 사가 소유하고 있는 South Texas Project(STP) 원전(총 2,708MW, PWR 2기)의 지분 44%를 17억 5천만 달러(약 2조 원)에 인수했다고 발표함.
- NRC는 10월 30일 NRG Energy 소유의 STP 원전과 함께 원전 부지 내 사용후핵연료 저장 시설의 소유권을 Constellation Energy에 이전하는 최종 규제 건을 승인하였으며, Constellation Energy는 STP 원전을 해체하는 데 필요한 자금 지원을 지속할 계획을 밝힘.

② 미 FERC, Vistra의 Energy Harbor 소유 4개 원전 인수 최종 승인

- 2024년 2월 16일 FERC는 미 발전사 Vistra가 Energy Harbor로부터 4기의 원전 및 원전 부지 내 사용후핵연료 저장시설을 34억 3천만 달러(약 5조 원)에 인수하는 건을 최종 승인함.
- Energy Harbor의 원자력 및 소매 사업은 'Vistra Vision'으로 불리는 Vistra의 자회사로 합병되며, 인수 금액은 30억 달러(약 5조 원)와 Vistra Vision의 지분 15%로 구성됨.

● 미국, 첫 HALEU 시범생산 완료 및 HALEU 공급망 구축과 핵연료 농축 분야 강화

- 2023년 11월 7일 우라늄 농축 및 첨단원자로 연료 제조사 Centrus는 미국 Ohio 주

Piketon에 위치한 자사의 농축시설에서 생산된 19.75% 농축도의 HALEU 20kg을 미 에너지부로 전달함으로써 1단계 비용 분담 계약을 종료했다고 발표함.

※ 2024년까지 두 단계로 실행되는 약 1억 5천만 달러(약 2,045억 원)의 미 에너지부와 기본 계약 체결에 따르면 Centrus는 계약의 2단계에서 HALEU를 연간 900kg 규모로 1년 동안 생산을 지속하게 되며, 미 에너지부는 Centrus에 HALEU 시범생산 비용과 수수료를 지불함.

- 한편 2024년 1월 9일 미 에너지부는 자국 내 HALEU 공급망 구축을 통한 에너지 안보 강화와 신뢰할 수 있는 연료 공급을 목적으로 육불화우라늄(UF₆) 확보·저장·운송의 내용에 중점을 둔 우라늄 농축 관련 두 번째 제안요청서(RFP)를 발표함. 선정된 계약자는 최대 10년까지 유효한 HALEU 농축 계약에 따라 정부가 계약업체에 최소 200만 달러(약 27억 원)에 해당하는 생산 비용을 지원받을 예정이며, 농축 및 저장은 미국 내에서 실행되어야 하고 국가 환경 정책법을 준수해야 함.

- 2024년 2월 15일 NRC는 GE의 에너지 사업 통합 기업인 GE Vernova의 핵연료 부문인 Global Nuclear Fuel-Americas(GNF)에 우라늄-235를 최대 8% 농축한 핵연료의 제조·운송·성능분석을 하도록 승인함과 동시에, 기존 저농축 우라늄 연료의 5% 이상의 농축 연료에 대한 분석을 할 수 있도록 하는 첨단 원자력 기법에 대한 인허가주제보고서(licensing topical reports)도 승인했다고 발표함. 이로써 North Carolina 주 Wilmington에 위치한 GE Vernova의 핵연료 제조시설이 우라늄-235가 최대 8%까지 농축된 연료를 제조할 수 있는 인허가를 보유한 미국 최초의 상업 시설이 됨.

● 미 에너지부, 원자력 산업 강화 위해 산·학·연 지원

① 미 에너지부, 초소형원자로 상용화 지원을 위한 FEED 계약 대상 선정

- 2023년 10월 23일 미 에너지부는 초소형원자로(MMR) 상용화 지원을 위해 MMR 개발 기업 Radiant, USNC, 그리고 Westinghouse를 선행주기 엔지니어링 및 설계(Front-End Engineering and Design, FEED) 프로젝트 계약 대상으로 선정하여 390만 달러(약 53억 원)를 지원함.

- Radiant사의 Kaleidos 원자로, USNC의 Pylon, Westinghouse의 eVinci 등 3개 사가 개발 중인 MMR 설계를 발전시킬 수 있도록 지원하는 것이 목표이며, MMR 설계는 Idaho 국립연구소의 실증단지(test bed)인 MMR 실험시설(Demonstration of Microreactor Experiments, DOME)에서 진행될 예정임.

② 미 에너지부, 대학 원자력 R&D 기반시설 지원을 위한 프로그램 발표

- 2023년 12월 6일 미 에너지부는 미국 대학의 원자력 연구개발 촉진을 위해 대학 원자력 연구 인프라 활성화와 대학 간 원자로 공유·지원활동 프로그램 등 두 개의 보조금 지원 프로그램(Funding Opportunity Announcements, 이하 'FOA')에 총 700만 달러(약 96억 원)를 배정함.

- ③ 미 에너지부, GAIN 바우처 프로그램 2024년 1·2차 라운드 지원 대상 발표
- GAIN Nuclear Energy Voucher를 지급하여 각 기업이 협력하고 있는 미 에너지부 산하 국립 연구소에 자금을 지원함으로써 기업의 기술개발 및 상업화 과제를 추진할 수 있도록 하는 GAIN(Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear) 바우처 프로그램의 2024년 1차 지원 대상이 2023년 12월 9일에 발표되어 7개 기업이 선정되었으며, 2024년 3월 19일 2차 선정에는 3개 기업이 선정되어 흑연감속재 생산공정, 초소형원자로 열저장 및 전력변환 연구, Oklo 선진 원자로 연료 로드맵 관련 시험설비 설계 등을 지원하게 됨.
- ④ 미 에너지부, Kairos Power의 Hermes 용융염원자로 실증사업에 최대 약 5천억 원 지원
- 2024년 2월 21일 미 에너지부는 Kairos Power(이하 'Kairos')의 Hermes 실증 용융염 원자로(35MW)의 설계, 착공, 시운전을 위해 3억 3,300만 달러(약 5천억 원)를 지원한다고 발표함.
 - Kairos는 이번 지원이 미 에너지부와 체결된 기술투자계약(Technology Investment Agreement, TIA)에 따른 선진 원자로 실증 프로그램(ARDP)의 위험감소 자금지원(Risk Reduction funding)의 일환으로 시행될 것이며, 향후 10년에서 14년 동안 인허가를 받고 보급될 수 있는 안전하고 비용이 저렴한 원자로 기술을 설계하고 개발하는 것이 목표임을 밝힘.
- 미국, SMR 건설 추진 및 인허가 현황
- ① 미국 UAMPS, NuScale과 Idaho 주에서 진행 중인 SMR 건설 프로젝트 종료기로 합의
- 2023년 11월 8일 NuScale은 유타주 공공전력공급자연합(Utah Associated Municipal Power Systems, UAMPS)과 함께 자사의 77MW급 SMR 6기(총 462MW)를 Idaho 국립 연구소 부지에 건설하기로 계획한 CFPP(Carbon Free Power Project) 프로젝트를 비용 증가 문제로 인해 종료하기로 합의했다고 발표함.
 - 2020년 미 에너지부는 CFPP에 10년간 총 13억 5천만 달러(약 2조 원)의 재정 지원을 발표했으나, 2023년 1월 NuScale은 철강 및 전력 장비, 건설 물자의 가격 상승과 같은 외부적인 요인에 의해 CFPP의 비용 예측치가 기존 예상치인 \$58/MWh보다 53% 상승한 \$89/MWh로 증가했다고 밝힘.
- ② 미국 Holtec, Palisades 부지에 SMR 2기 건설 프로젝트 착수 발표
- 2023년 12월 4일 Holtec은 Palisades 원전 부지에 SMR-300(300MW, PWR) 2기를 건설하는 프로젝트에 착수하면서, 2030년 중반 시운전을 목표로 하고 있으며, Palisades 원전이 2025년 말까지 재가동될 경우 재가동 직후인 2026년에 SMR 2기에 대한 건설인허가(CP) 제출을 목표로한다고 밝힘.
- ③ 미국 NRC, Kairos Power의 Hermes 실증 용융염원자로 건설허가 발급

- 2023년 12월 12일 NRC는 Kairos Power의 Hermes 실증 용융염 원자로(35MW)의 건설 허가를 발급했으며, 이에 따라 Kairos Power는 추후 해당 원자로 운영을 위해서 미 연방 규정집 50(10 CFR Part 50)에 따른 운영허가 신청서를 NRC에 제출하고 기관의 승인을 받아야 한다고 밝힘.
- ④ 미국 TerraPower, 미 NRC에 Natrium SMR 건설허가 신청서 제출
 - 2024년 3월 29일 TerraPower는 자사가 Wyoming 주 Kemmerer 시에서 개발 중인 소듐 냉각 고속원자로 Natrium(345MW, SFR) 실증을 위해 NRC에 건설허가 신청서를 제출했다고 발표함. TerraPower는 2024년 6월 Natrium 원자로 건설 시작을 위해 준비 중으로 2030년에 상업운전을 목표로 한다고 덧붙임.
- 미국 국내외 SMR 및 원전 건설추진 · 기술개발을 위해 정부, 민간 분야 협력 활발
 - ① 미국, 필리핀과 민간 원자력 분야 협력을 위한 123 협정 체결 완료
 - 2023년 11월 16일에 발표된 미 백악관의 성명서에 따르면 미국 Kamala Harris 부통령은 California 주 San Francisco에서 열린 제30차 APEC 정상회의에서 필리핀 Ferdinand Marcos JR 대통령과 회담을 통해 양국의 안보 강화와 상업 및 경제 협력 확대를 논의하고 민간 원자력 분야 협력을 위한 123 협정(123 Agreement) 협상을 타결함.
 - ② 미국 X-energy, 미 에너지부와 이동형 초소형원자로 설계 개발을 위한 협력 계약 체결
 - 2023년 10월 25일 X-energy와 미 에너지부 원자력국은 이동형 초소형원자로(transportable microreactor) 설계 개발 진행을 위해 2024년까지 협력하는 내용의 계약을 체결했으며, 미 에너지부는 X-energy가 상업적으로 경쟁력 있는 초소형원자로(3~5MW) 예비 설계 및 생산과 기술 작업 등을 할 수 있도록 250만 달러(약 35억 원)를 지원함.
 - ③ 미국 NuScale, SMR 기술 경제성 평가 위해 Oak Ridge 국립 연구소와 파트너십 체결
 - 2023년 11월 20일 NuScale은 자사가 개발 중인 77MW급 SMR인 VOYGR의 비용 효율적인 증기 열 증강 설계(steam heat augmentation design) 구현을 목표로 하는 1년간의 기술 경제성 평가(Techno-Economic Assessment)를 위해 Oak Ridge 국립 연구소(ORNL)와 파트너십을 체결함.
 - ④ 미국 MMR 개발사 Oklo, Aurora 원자로 부품 공급을 위해 Siemens Energy와 MOU 체결
 - 2023년 12월 19일 미국 MMR 개발사 Oklo는 자사가 개발 중인 초소형원자로 Aurora의 전력변환장치(power conversion system) 회전기기(rotating equipment)의 우선 공급자 및 원자로 설계 지원업체로 독일 Siemens Energy와 MOU를 체결함.
 - ⑤ 미국 Oklo, Aurora 건설부지 협약 체결 및 연료제조시설 관련 승인 획득
 - 2024년 2월 2일 Oklo는 Ohio 주 산·학·연 단체인 Southern Ohio Diversification Initiative(이하 'SODI')와 Ohio 주의 Portsmouth 부지에 Aurora 2기(총 30MW) 건설을

위한 토지권 협약(land rights agreement)을 체결했으며, 이에 따라 SODI는 Oklo에 해당 부지에 대한 구매 요청 권리(option) 및 부지 처분 시 우선 구매할 수 있는 권리(right of first refusal)를 부여함.

- 미 NRC, SMR 등에 적용될 최종규칙 발표 및 선진 원자로 인허가 규정 Part 53 개발 착수
 - 2023년 11월 16일 NRC는 SMR 및 신기술(Other New Technologies, 이하 'ONT') 관련 위험 상황 발생 시 비상대비(Emergency Preparedness, 이하 'EP') 요건이 포함된 최종 규칙(final rule) 및 규제지침(Regulatory Guide 1.242, 이하 'Reg. Guide')을 공표했으며, 최종규칙은 2023년 12월 18일부터 발효됨. 기존의 대형 경수로에 중점을 두고 있는 10 CFR 50에 SMR과 ONT에 적용될 EP 요건이 추가되었으며, 이에 따라 Reg. Guide는 성과 기반(performance-based), 기술 포용(technology-inclusive), 위험정보(risk-informed), 결과지향(consequence-oriented)의 접근법을 채택함.
 - 2024년 3월 25일 NRC는 비경수로를 위한 설계 인허가 절차 간소화 내용을 담은 10건의 신규 지침문서(guidance documents)를 최종 확정하고 발표했으며, 신규 지침문서에는 업계 주도의 TICAP(Technology Inclusive Content of Application Project)에 대한 승인(endorsement)이 포함됨.
 - 2024년 3월 4일 NRC는 비경수로를 포함한 선진 기술을 대상으로 하는 위험정보 및 성능 기반의 상업용 원전 인허가 프레임워크인 Part 53 절차를 수립하기 위한 규칙(rule) 및 지침(guidance) 초안 작성에 착수했다고 밝힘. Part 53에는 원전 부지 요건, 잠재적 사고 분석, 안전 기능 정의, 구조·시스템·구성요소 분류, 건설 및 제조 요건, 심층방어(defence in depth) 제공, 가동 중 주민 및 발전소 직원 보호 등의 기준이 설정될 계획임.

■ 캐나다

■ 현황

- 캐나다는 2024년 4월 기준 19기의 원자로(14,629MW)를 가동 중이며, 6기의 원자로(2,268MW)가 영구 정지됨.
- 2022년 캐나다의 총발전량은 658.1TWh이며, 수력 60%, 원자력 13%, 가스 13%, 풍력·태양광·지열 7%, 석탄 4%, 바이오매스 2%, 석유 1%임.⁶⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 8월 19일 캐나다 연방정부는 Saskatchewan 주 전력사인 SaskPower가 해당

6) Enerdata Country Energy Report—Canada, pp. 22.(2023.11.)

주 내 진행 중인 SMR 개발 및 보급 프로젝트의 사전 엔지니어링 작업 및 기술 연구, 환경 영향평가, 그리고 규제 연구와 지역 주민들의 사업 참여 등 Saskatchewan 주의 다양한 프로젝트 자금 지원을 위해 최대 5,365만 캐나다 달러(약 535억 원)⁷⁾의 연방자금 지원을 승인함.

- 2023년 9월 19일 캐나다 에너지·천연자원부 Jonathan Wilkinson 장관은 루마니아 남동부에 있는 Cernavoda 3·4호기(각 720MW, PHWR) 건설 재개를 위해 루마니아 원전 운영사 Nuclearelectrica에 22억 2천만 캐나다 달러(약 2조 원) 규모의 수출금융 지원을 발표함.
- 2024년 1월 28일 캐나다 Ontario 주 정부는 2026년 9월까지 가동되는 Pickering 5~8호기의 30년 계속운전을 위해 해당 원전 운영사 OPG에 대한 설비개선 지원 계획을 발표하였으며, 주 정부의 성명서에 따르면 2030년 중반까지 해당 호기들의 설비개선 작업이 완료될 것으로 예상됨.
 - OPG에 따르면 2024년 말까지 설비개선 작업의 초기 단계를 진행할 것이며, Ontario 주 정부가 엔지니어링과 설계 작업, 부품 조달 등에 총 15억 캐나다 달러(약 1조 원)를 지원함.
- 2023년 4월 23일 캐나다와 프랑스 정부 대표는 방사성폐기물과 사용후핵연료의 장기적인 관리를 위해 양국 간의 정보 공유와 함께, 양국이 환경을 보호할 수 있는 전문 지식 및 경험 공유와 관련한 협력 협정의 5년 연장 합의문에 서명함.
 - 캐나다 방사성폐기물 관리기구인 NWMO와 프랑스 방사성폐기물 전담 기관인 Andra는 사용후핵연료의 안전한 관리 및 접근법과 관련한 연구개발 진행 및 기술 공유를 바탕으로 양국 간의 지속적인 파트너십을 유지할 계획임.
- 캐나다 주 및 연방 정부, MMR과 SMR 가동 및 신규 원전 건설 위한 전략과 지원 발표
 - 2023년 11월 27일 캐나다 Saskatchewan 주 Scott Moe 총리에 따르면 Saskatchewan 연구위원회(Saskatchewan Research Council)는 해당 주에서 2029년까지 Westinghouse가 개발 중인 초소형모듈원자로(MMR) eVinci(5MW, Heat Pipe) 실증 추진을 위해 5,800만 캐나다 달러(약 578억 원)를 지원할 예정임.
 - 2023년 12월 15일 캐나다 New Brunswick 주 정부는 해당 주의 청정에너지 전환을 위해 2035년까지 Point Lepreau 원전(705MW, PHWR) 부지에 SMR 추가 건설을 바탕으로 설비용량을 두 배로 늘리는 계획이 포함된 에너지 전략(Powering our Economy and the World with Clean Energy-Our Path Forward to 2035)을 발표함. 전략 내 로드맵에 따르면 2030~2031년까지 150MW SMR 가동 목표와 함께 2035년까지 450MW SMR 가동 계획이 포함됨.

7) 캐나다 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러=998원)

- 2024년 2월 29일 캐나다 연방정부는 Ontario 주의 Bruce 원전(총 6,944MW, PHWR 8기) 부지에 최대 4,800MW의 신규 설비용량 건설 타당성 연구를 목적으로 하는 사전 개발 작업 지원을 위해 3,680만 캐나다 달러(약 367억 원) 지원 계획을 발표함.
- 2024년 2월 28일 캐나다 정부는 원자력이 최초로 포함된 40억 캐나다 달러(약 4조 원) 규모의 녹색채권(Green Bond)을 발행했으며, 이는 2023년 11월 21일 정부가 발표한 녹색채권 프레임워크(Green Bond Framework)의 후속 조치로 적격 투자 목록에 원자력 에너지 프로젝트에 대한 투자가 추가됐다고 밝힘.

■ 주요 이슈

- 캐나다 AtkinsRealis, 1,000MW급 신규 CANDU 노형 발표
 - 2023년 11월 28일 캐나다 건설엔지니어링 기업인 AtkinsRealis(구 SNC-Lavalin)는 프랑스 파리에서 열린 '2023 세계원자력전시회(World Nuclear Exhibition)'에서 신규 CANDU Monark(1,000MW) 노형을 발표함.
 - AtkinsRealis의 Gary Rose 부사장에 따르면 CANDU Monark 노형의 가동 수명은 70년으로 건설까지 5년 정도 소요될 전망이며, 기존의 CANDU 6 중수로보다 개선된 가동수명, 환경 영향을 최소화하기 위한 지속 가능한 설계, 그리고 향상된 엔지니어링 서비스 및 운영과 유지보수 기능을 제공함.
- 캐나다 Québec 주 전력공사, Gentilly 2호기 재가동하지 않기로 결정
 - 2023년 11월 30일 캐나다 Québec 주 전력공사 Hydro-Québec은 2012년 12월에 영구 정지된 해당 주의 유일한 원전인 Gentilly 2호기(675MW, PHWR)의 재가동을 하지 않기로 결정함.
 - 그러나 Hydro-Québec은 Québec 주의 증가하는 전력 수요에 대응하여 기존 대형원전의 재가동보다는 선진기술에 중점을 두고 SMR 보급 가능성 연구는 이어 나갈 것이며, 2035년까지 연간 발전량을 8GWh에서 9GWh로 확대해야 되는 측면을 고려했을 때 SMR 도입이 적절하다고 밝힘.
- 캐나다 CNSC, X-energy 고온가스로 사전인허가평가(VDR) 2단계 완료
 - 2024년 1월 17일 고온가스로 Xe-100(80MW)을 개발 중인 X-energy는 CNSC의 사전인허가평가인 공급자설계평가(Vendor Design Review, 이하 'VDR')의 3단계 중 규제 요건 충족을 판단하는 2단계를 완료했다고 밝힘.
 - X-energy는 2020년 7월부터 CNSC와 VDR을 진행해 왔으며, CNSC는 VDR 1·2단계 19개 분야에서 400건 이상의 기술 문서와 백서 제출본 검토를 완료한 후 Xe-100 인허가 발급에 문제가 없다는 결론을 내림.

- 캐나다 내 SMR 보급을 위한 발전사 및 개발사 움직임 활발

- ① 캐나다 OPG, Darlington 부지에 건설될 SMR 연료 공급 업체 선정

- 2023년 11월 30일 캐나다 OPG는 Ontario 주 Darlington 부지에 GE-Hitachi의 BWRX-300 원자로(300MW, BWR) 3기를 건설하는 프로젝트의 첫 연료 공급 계약 업체로 캐나다 Cameco, 미국 Urenco USA, 프랑스 Orano, 미국 Global Nuclear Fuel-Americas를 선정했다고 발표했으며, 계약을 바탕으로 4개의 기업은 우라늄 공급을 위해 OPG와 협력할 계획임.

- ② 캐나다 OPG 자회사와 SaskPower, BWRX-300 보급을 위한 포괄적 협력 계약 체결

- 2023년 11월 20일 캐나다 OPG의 자회사인 Laurentis Energy Partners(LEP)와 캐나다 전력사 SaskPower는 Saskatchewan 주 내에 2030년 중반까지 BWRX-300 보급을 위한 포괄적 협력 계약(Master Service Agreement)을 체결하고, 양사는 계약에 따라 SMR 프로그램 관리와 인허가 및 운영 준비 활동에 중점을 둘 계획임을 밝힘.

- ③ 캐나다 Prodigy Clean Energy, Westinghouse와 해양 기반 eVinci 프로젝트 협력 계획 발표

- 2024년 1월 23일 캐나다 Prodigy Clean Energy는 Westinghouse와 2030년까지 캐나다에서 Westinghouse가 개발 중인 초소형로 eVinci(5MW)에 맞춘 해양 기반 이동형 원전(Transportable Nuclear Power Plant, 이하 'TNPP') 설계 및 보급을 목적으로 하는 첫 번째 프로젝트 시작을 위한 협력 계획을 발표함.

- 양사는 eVinci 원자로에 대한 TNPP 설계완료·제조·선박의장(outfitting) 및 운송을 위한 원자력 관리모델 개발(nuclear oversight model) 완료와 함께, 2030년까지 캐나다에서의 첫 번째 프로젝트 지원을 위한 인허가 및 부지 평가 진행을 중점으로 협력 예정임을 밝힘.

- ④ 캐나다 Prodigy Clean Energy, 원주민 지역 기업과 이동형 초소형원전 보급 위한 MOU 체결

- 2024년 3월 19일 캐나다 Prodigy Clean Energy는 캐나다 Saskatchewan 주의 원주민 지역 기업 Des Nêdhé Group과 이동형 초소형 원전을 활용한 광산 및 지역사회 대상 전력 공급 기회 발굴을 위한 MOU를 체결함.

- ⑤ 캐나다 SaskPower, GE Hitachi와 Saskatchewan 주 SMR 개발 위한 협약 체결

- 2024년 1월 30일 캐나다 Saskatchewan 주 전력 공공기관 SaskPower는 GE Hitachi와 Saskatchewan 주에서 SMR 개발 추진을 위한 협약을 체결하고, BWRX-300의 설계, 연료 공급 및 제조와 관련된 전문 지식 공유, SMR 보급에 필요한 인력 및 공급망 계획을 협력할 것을 밝힘.

3 아시아 및 아프리카

▣ 일본

- 2024년 4월 기준 운영 중인 원자로는 33기(33,083MW)⁸⁾이고, 2기(2,756MW)^{*}를 건설 중임. 후쿠시마 사고 후 도입된 신규제 기준에 따른 적합성 심사를 운영 중 25기(24,838MW), 건설 중 2기 총 27기가 신청했으며, 이 중 12기(11,608MW)가 상업운전을 재개함.
 - ※ IAEA PRIS 자료에 기반한 기수이며, 일본 경제산업성 공식 자료에서는 건설 중 원전이 총 3기로 후쿠시마 사고 직전인 2011년 1월 착공(공사인가일 기준)하고 3월 동일본대지진으로 건설 중단한 도쿄전력 히가시도리원전 1호기(1,385MW, ABWR)를 포함해 계산함⁹⁾
 - 후쿠시마 사고 후 상업운전을 시작하기 위해서는 적합성 심사 합격과 안전 대책 공사 완료, 지역 동의, 사용전사업자 검사 절차를 완료해야 함.
 - 적합성 심사는 ① 원자로설치변경 허가 심사(이하 ‘안전 심사’), ② 공사계획 인가 심사, ③ 보안규정 인가 심사로 구성되며, 2024년 4월 15일 기준 ① 안전 심사를 통과한 원자로는 상업운전을 재개한 12기를 포함해 총 17기임. 17기 중 운영한 지 40년이 경과한 원자로는 4기이며 이 중 3기는 2021년 7월 이후부터 순차적으로 상업운전을 시작함.
 - 후쿠시마 원전 사고 직전인 2011년 2월 말 운영 중이던 원자로는 54기였고, 원전 사고 후 현재까지 영구정지된 원자로는 21기(15,877MW)임.
- 2022년 일본의 총발전량은 1,024.9TWh로 이 중 원자력이 5.5%, 가스 33.2%, 석탄 31.1%, 수력 8.5%, 태양광 9.2%를 차지함.¹⁰⁾

8) IAEA의 경우 33기중 21기는 운영 정지 중(suspended operation)으로 표기함.

<https://pris.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=JP>

9) 資源エネルギー庁, 原子力政策に関する直近の動向と今後の取組(2024.02.20.)

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/038_01_00.pdf

10) Enerdata, Country Energy Report Japan(2023,12.)

표 2024년 4월 22일 기준 일본 원전의 적합성 심사 현황

원전 보유 형태	후쿠시마 사고 직전 2011년 2월 말 기준 운영 원자로 수	영구정지 및 적합성 심사 추진 현황		최종 결정 내역 (2024.04.)	
상업용 원자로 (총 57기)	총 54기	상업로 57기 중 영구정지 결정 (24기)	후쿠시마 사고 이전 (37기)	- 도카이 원전(1998.03.31, 폐쇄) - 하마오카 1·2호기(2009.01.30, 폐쇄)	
			후쿠시마 사고 (2011.3.11.) 이후 (21기)	- 후쿠시마 제1원전(6기) - 적합성 심사 추진 없이 영구정지 결정(15기)	
		2024년 4월 운영 중 원자로 (33기)	• 적합성 심사 신청(25기)	• 적합성심사 통과(14기)	- 가동 재개(12기) * 가동 재개 : 상업운전 기준이며 적합성 심사 통과와 안전 대책 공사 완료, 사용전사용자검사 확인, 지역 동의가 필요함. * 3기(미하마 3, 다카하마 1·2호기)는 40년 이상 된 원자로임.
					• 적합성심사 중(11기) * 적합성 심사는 안전 심사 허가, 공사계획 인가, 보안규정 인가로 구성됨.
		• 적합성 심사 신청 미결정(8기)	- 가동 중단 후 처리 방침 미결정(8기)		
- 건설 중 원자로(총 3기)		• 적합성 심사 신청(2기)		- 오마 원전, 시마네 3호기	
		• 적합성 심사 신청 미결정(1기)		- 히가시도리 원전 1호기	

- ※ 후쿠시마 사고 후 일본 원전의 가동 재개: 적합성 심사 원자로설치변경(통칭 안전 심사) 허가, 공사계획 인가, 보안규정 인가로 구성 통과와 사용전사용자검사 확인, 안전대책공사 완료, 지역 동의의 절차를 통과해야 함.
 - ※ 적합성 심사를 모두 통과한 원자로는 14기이며 이 중 12기는 재가동(간사이전력 다카하마 1·2·3·4호기, 오이 3·4호기, 미하마 3호기, 규슈전력 센다이 1·2호기, 겐카이 3·4호기, 시코쿠전력 이카타 3호기)했고, 2기[도쿄전력 가시와자키 가리와 7호기, 도호쿠전력 오나가와 2호기(지역동의를 받았고, 안전대책공사 중으로 2024년 재가동을 목표로 함)]는 재가동에 필요한 후속 절차 단계에 있음.
 - ※ 적합성 심사 중인 11기 중 ① 안전 심사 통과 후 남은 심사 중인 3기는 일본원자력발전의 도카이제2발전소(40년 이상 경과해 계속 운전 인가를 받은 원자로임), 도쿄전력의 가시와자키 가리와 6호기, 주호쿠전력의 시마네 2호기임. ② 안전 심사를 통과하지 않은 8기는 일본원자력발전의 쓰루가 2호기, 홋카이도전력의 도마리 1~3호기, 도호쿠전력의 히가시도리 1호기, 주부전력의 하마오카 3·4호기, 호쿠리쿠전력의 시카 2호기임.
 - ※ 적합성 심사 신청을 미결정한 8기는 도호쿠전력의 오나가와 3호기, 도쿄전력의 가시와자키 가리와 1~5호기, 주부전력의 하마오카 5호기, 호쿠리쿠전력의 시카 1호기임.
- 자료 : 日本原子力産業協会 ‘原子力発電所の運転・建設状況(2024.4.15)’, 日本原子力規制委員会 ‘新規制基準適合性審査 運転期間延長及び廃止措置の現状(総括表)’(2024.04.03.)¹¹⁾과 세계원전시장 인사이트 최신 자료를 토대로 작성

11) <https://www.nra.go.jp/data/000472362.pdf>

■ 원자력 관련 주요 정책

- 일본 정부는 2021년 10월 발표한 제6차 에너지기본계획(이하 '에기본')에서 2050년 탄소중립을 목표로 한 3E+S* 원칙에 따라 2030년 발전량에서 재생에너지 비중을 36~38%, 원자력 20~22%, 화력은 41%(LNG 20%, 석탄 19%, 석유 등 2%)로 설정함.
* 3E+S: 3E는 Energy Security, Economic Efficiency, Environment, S는 Safety.
- 이후 2022년 러-우 전쟁으로 일본에서 에너지 가격이 급등하고, 전력 수급 환경이 악화되자 기시다 총리는 2022년 7월 Green Transformation(GX) 실행 회의를 설치하여 관계 부처와 에너지 수급 구조의 전환 및 2050 탄소중립 달성을 위한 논의를 시작함.
- 그 결과 2023년 2월 10일 에너지 안보 기여와 탈탄소 효과가 큰 원자력 등의 전원 활용을 내세운 GX 실현을 위한 기본방침(이하 'GX 방침')을 발표하고, 5월 31일에는 GX 방침에 따른 정책 시행을 위해 개정이 필요한 관련 법안이 통과되어 2025년 6월 6일 시행 예정임.¹²⁾
 - GX 방침에서는 원자력 등 에너지 안전 보장에 기여하고 탈탄소 효과가 큰 전원을 최대한 활용하고, 해체 원전 부지 내 선진원자로 대체 건설 추진 구체화, 원전 안전성 향상에 필요한 사업 환경 정비, 인력 양성과 공급망 강화를 위한 지원을 확충하겠다고 밝힘.
 - 또한, 가능한 한 기존 원전을 활용하기 위해 규제위의 엄격한 안전 심사를 전제로 원전 운전 기간 관련 체제를 새롭게 정비할 계획이라고 밝힘. 원전 운전 기간은 현행대로 상한 60년을 유지하지만, 심사 등으로 가동 중단한 기간은 추가 가동을 허용하고, 원전 해체 효율화를 위한 지식 공유와 해체 자금 확보를 위한 구조도 정비하겠다고 밝힘.
 - 이외 순환형 핵연료 주기, 방사성폐기물 최종처분 실현을 위해 정부가 국민 수용성을 제고, 방폐물 최종처분 1단계 조사 수용 지자체에 대한 범국가적인 지원 체제를 구축할 계획이라고 밝힘.
- 일본은 2023년 2월 10일 개량형 경수로*와 소형경수로, 고속로, 고온가스로, 핵융합로의 연구개발, 설계, 제작·건설, 운전 등에 대해 2040~2050년까지의 전체 일정을 계획한 선진원자로 개발 공정 로드맵을 공개함.¹³⁾
 - * 로드맵에서는 개량형 경수로를 선진 경수로라고 표현했으며, EPR, AP1000과 같은 자연 순환과 압력 차를 통한 냉각 등 피동형 안전 기능을 갖춘 대형 경수로를 의미함.

12) 経済産業省, 脱炭素社会の実現に向けた電気供給体制の確立を図るための電気事業法等の一部を改正する法律の一部の施行期日を定める政令」が閣議決定されました(2023.09.12.)

<https://www.meti.go.jp/press/2023/09/20230912004/20230912004.html>

13) 経済産業省, GX実現に向けた基本方針参考資料(2023.02.10.)

https://www.meti.go.jp/press/2022/02/20230210002/20230210002_3.pdf

- 로드맵에서는 기술 성숙도에 따라 개발 일정을 앞당기겠다고 밝혀, 기술 성숙도가 가장 높은 것으로 평가되는 개량형 경수로가 우선 개발될 전망이다. 개량형 경수로는 현재 2030년대 실용화를 목표로 Mitsubishi 중공업이 자사 PWR 기반 선진 경수로인 'SRZ-1200'을 간사이전력, 홋카이도전력, 시코쿠전력, 규슈전력과 공동 개발 중임.
 - SMR의 실증로는 2040년대에 가동할 계획이며 상업운전은 그 이후에 시기로 제시함. 고온 가스로는 2030년대에, 고속로는 2040년대로 실증로 가동 시기를 설정함.
 - 일본은 미국과 2023년 1월 9일 공동 성명을 통해 양국 내에서의 SMR 등 선진원자로의 개발·건설 협력, 제3국에 대한 수출에서 협력을 강화하기로 한 바 있음.
 - 고속로의 경우 2023년 7월 12일 일본 자원에너지청은 고속로의 실용화를 위해 Mitsubishi 중공업의 자회사인 Mitsubishi FBR 시스템즈(이하 'MFBR')*가 제안한 '소듐 냉각 탱크형 고속로'를 개념설계 추진 실증로로 선정하고, 고온가스रो와 고속로 개발에서 설계를 총괄하는 핵심 기업으로 Mitsubishi 중공업을 선정함.
- ※ Mitsubishi 중공업은 일본의 실험용 고속로인 '조요'와 현재 해체 중인 문주 고속로의 개발과 건설에 참여했으며, 2017년에는 고속증식로 개발과 설계를 담당하는 엔지니어링 회사인 MFBR를 설립한 후 MFBR와 연계해 고속로 실용화를 위한 발전소 개념 검토와 연구 개발을 추진하고 있음.
- 자원에너지청은 MFBR의 소듐 냉각 탱크형 고속로가 향후 수요에 맞춰 대형로나 소형로 등 유연하고 다양한 투자 기준을 제시할 수 있다고 평가함. 핵심 기업은 고온가스रो와 고속로 개발에서 기자재 업체, 종합건설업체를 총괄하는 역할을 담당하며, 규제당국과 소통, 공정 관리, 지역 협력을 담당하는 선진원자로 개발 상부 조직과 연계하게 됨.
 - 고온가스로의 경우 2023년 9월 6일 일본 원자력연구개발기구(JAEA)가 영국 국립원자력 연구소(National Nuclear Laboratory, NNL)와 영국 고온가스रो실증로 프로그램의 기본 설계에 관한 실시 양해각서를 체결함. 각서 체결로 일본과 영국 양국에서 고온가스रो 도입을 목표로 한 연구개발, 원자력 공급체인 구축, 인재 양성에 관한 협력이 진행될 예정임.
- 한편, 일본은 사용후핵연료 재처리 후 원전 연료로 재사용하는 순환형 핵연료 주기(Closed-loop Fuel Cycle) 정책을 추진 중이지만, 이 정책의 핵심 시설인 재처리시설의 완공 지연으로 각 원전 운영사는 재처리시설 완공 때까지 사용후핵연료 저장 시설을 확보해야 함.

■ 주요 이슈

- 도쿄전력, 2023년도 후쿠시마 제1원전 오염수 해양 방류 완료
 - 3월 17일 도쿄전력은 2023년도 후쿠시마 제1원전 오염수 해양 방류 작업을 공식적으로 완료함. 오염수는 2023년 8월 24일부터 2024년 3월 17일까지 총 4번에 걸쳐 해양 방류했고, 총방류량은 3만 1,145만 톤임.
 - 방류용 오염수는 방사성 핵종이 일본 정부의 방류 중단 판단 기준치** 미만이 되도록

ALPS(Advanced Liquid Processing System) 등의 자체 정화 장치로 다중 처리하고, 삼중 수소는 물과 화학적 성질이 같아 제거할 수 없어 일본 법정 기준의 40분의 1 미만으로 희석한 후 방류됨.

※ 일본 원자력발전소 규제 기준에서는 국제방사선방호위원회(ICRP) 권고에 따라 액체·기체 폐기물에 포함된 방사성물질을 방출할 시, 방사성물질 종류별로 방사능 농도 상한선(濃度限度)이 정해져 있음.

- 도쿄전력은 원전 반경 3km 내 해양의 10개 지점에서 측정한 삼중수소 농도가 방류 중단 판단 기준인 리터당 700Bq보다 적은 16Bq임을 확인함.

- 한편, 2024년도(2024.4~2025.3)에는 7회에 걸쳐 총 5만 4,600톤의 오염수를 방류할 계획으로 4월 19일 첫 방류를 시작했으며, 5월 7일까지 약 7,800톤을 방류할 예정임.

● 일본 정부, 도쿄전력 가시와자키 가리와 원전 재가동 위해 적극 노력 중

- 2024년 3월 일본 중앙정부는 최초로 원전 소재 지자체에 도쿄전력 가시와자키 가리와 원전(총 7기, 총 8,212MW, BWR) 재가동의 필요성을 적극적으로 피력 중임.

- 해당 원전은 도쿄전력이 유일하게 운영 중이며, 2020년 이후 직원의 동료 출입중 무단 사용, 외부인 침입 감지기 손상 방치 등 원전 관리 부실로 2021년 규제위가 사실상 가동 중단 명령을 내렸고, 이후 규제위의 추가 검사를 통해 2023년 12월 가동 중단 명령이 해제됨.

- 해당 원전의 재가동을 위해서는 니가타현과 가시와자키시, 가리와촌의 동의가 필요함. 6호기는 2017년 적합성 심사 중 안전심사를 통과했고, 7호기의 경우 2020년 10월 30일 적합성 심사를 모두 통과해 지역 동의, 안전 대책 공사 등 재가동을 위한 후속 절차만 남음.

- 2024년 3월 18일, 경제산업대신은 니가타현 지사에게 전화 통화로 재가동에 대한 양해를 구했고, 3월 21일에는 경제산업성 산하 기관인 자원에너지청의 장관이 니가타현을 방문 해 지사에게 ‘가시와자키 가리와 6·7호기 재가동을 위한 정부의 방침’을 전달하며 동일 본의 전력 수급 구조 강화와 기후 변화 대책에 원전 재가동이 필요하다고 강조함.

- 이러한 정부 대응에 대해 일본 닛폰테레비는 4월 16일 보도에서 경제산업성이 후쿠시마 원전 사고 배상비 등 다량의 국채를 도쿄전력에 빌려주고 있는 데다 해당 원전이 재가동 하면 도쿄전력의 수익 개선과 탄소중립 전략의 환경 정비에도 도움 되어서라고 분석함.¹⁴⁾

● 일본 후쿠시마 제1원전 사고 처리 비용, 약 17조 원 증가

- 2023년 12월 일본 정부는 원자력재해대책본부 회의를 개최하여 2016년에 추정했던 도쿄 전력 후쿠시마 제1원전 사고 처리 비용 추정액을 총 21.5조 엔(약 190조 원)¹⁵⁾에서 1.9조 엔(약 16조 원) 증가한 23.4조 엔(약 206.7조 원)으로 수정함.

14) 日テレ, 東京電力 世界最大級の原発で核燃料装填開始～柏崎刈羽原発 “再稼働” の意味(2024.04.16.)
<https://news.ntv.co.jp/category/economy/cab019730e4e4e93b847c1857d0e9399>

15) 일본 내용 전체 2024년 5월 2일 환율 기준 적용(100엔=883원)

- 원전 사고 피해자에 대한 추가 배상은 1.3조 엔(약 11.4조 원), 제염토 중간저장 비용은 6천억 엔(약 5.3조 원)이 증가함.
 - 후쿠시마 오염수 해양 방류로 인해 수산업 피해에 대한 배상 증가와 2022년 12월 정부 원자력손해배상분쟁심의회 배상 지침 개정으로 약 148만 명에게 추가 배상이 결정되어 총 배상액이 증가함.
 - 또한, 일본 정부는 원전 사고처리비용 추정 금액의 증가로 후쿠시마 원전 사고와 관련된 발행 국채의 상한 폭을 13.5조 엔(약 119.3조 원)에서 15.4조 엔(약 136조 원)으로 조정함.
 - 일본 정부는 도쿄전력의 배상금 지급과 원자로 해체로 인한 제염토 중간저장작업이 지체되지 않도록 국채 발행을 통해 사고처리비용을 선 부담 중이며 해당 비용은 도쿄전력으로 부터 회수할 계획임.
- **일본 해체 작업 중인 일부 상업로, 해체 완료 목표 시기 연기**
 - 일본원자력발전과 주부전력은 2단계* 해체 작업 중인 도카이 원전(166MW, GCR)과 하마오카 1·2 호기(각 515·806MW, BWR)의 해체 완료 시기를 각각 변경함.
 - ※ 일본의 원전 해체 공정은 보통 총 4단계로 진행됨. 1단계에는 오염 상황 조사와 사용후핵연료 반출을, 2단계에는 주변 설비 해체를, 3단계에는 원자로 영역 설비 해체, 4단계에는 원자로 건물 등의 해체를 진행함.
 - 2023년 12월 일본원자력발전은 원자로 내에 있던 흑연 등 비교적 방사성물질 농도가 높은 폐기물을 저장할 용기를 결정하는데 시간이 걸려 해체 완료 시기를 기존 2030년에서 2035년으로 변경함.
 - 2024년 3월 주부전력은 해체 3단계 공정인 원자로 영역 설비 해체 작업을 하마오카 1·2 호기 동시 진행에서 2호기 선 해체 후 1호기 후 해체로 변경해 전체 해체 완료 시기가 2036년에서 2042년으로 6년 연기됨.
 - 한편, 일본에서는 사고로 해체 중인 후쿠시마 제1원전(6기 총 4,696MW, BWR)을 포함해 총 24기의 상업로가 해체 작업 중임. 사고 원자로인 후쿠시마 원전을 제외한 18기 중에서는 하마오카 1·2호기의 해체 작업이 가장 빨리 진행되고 있음.
 - **일본 NUMO, 방폐물 최종 처분 후보지 1단계 조사 보고서 초안 발표**
 - 2월 13일 일본 방사성폐기물 최종 처분 사업자인 원자력발전환경정비기구(Nuclear Waste Management Organization of Japan, 이하 'NUMO')는 경제산업성 심의회에 홋카이도의 기초지자체인 슛쓰정과 가모에나이촌의 방사성폐기물 최종 처분장* 후보지 1단계 조사 보고서 초안을 제출함.
 - ※ 일본 방사성폐기물 최종 처분장에는 고준위방폐물과 지층 처분이 필요한 저준위 방폐물(일본 방폐물 분류 기준)이 처분될 예정임. 한국 중·저준위 방폐물은 일본의 저준위 방폐물에 포함됨.

- NUMO는 2020년 11월부터 두 지역에서 1단계 조사를 진행함. 1단계 조사에서는 대상 지역의 과거 발생 재해와 지질 기록 조사, 활단층 유무와 토지 침식 상황을 확인함. 조사 지역에는 연간 최대 10억 엔(약 88.3억 원)의 교부금이 지급됨.
 - 보고서 초안에 따르면 슛쓰정은 전 지역이 2단계 조사 후보지로 적합했음. 가모에나이촌은 남부의 일부 지역(샤코탄다케산에서 15km 이내 범위를 제외한 구역)이 2단계 조사 후보지로 적합하다고 밝힘.
 - 향후 경제산업성 심의회가 NUMO의 보고서를 승인하면, NUMO가 2단계 조사 후보지를 선정하여 경제산업대신에게 해당 계획의 승인을 신청할 계획임. 이후 경제산업대신은 후보지의 기초지자체·광역지자체 의견을 수렴한 후 2단계 조사 진행 여부를 결정할 예정임.
 - 다만, 후보지가 조사에 반대할 시 2단계 조사 진행은 불가능함.
- 일본 원전 운영사, 소내 건식저장시설 설치 계획 발표
 - 2월 8일 간사이전력은 미하마·다카하마·오이 원전 내 사용후핵연료 건식저장시설 설치 계획을 밝힘. 간사이전력은 세 원전에서 운영 중인 7기를 모두 재가동함. 저장수조에 사용후핵연료 수용 능력이 약 4~5년이면 포화할 것으로 추산되어 간사이전력은 안정적인 원전 가동을 위해 시설 확보가 필요하다고 판단함.¹⁶⁾
 - 3곳의 건식저장시설은 독립 격납 방식으로 설치되고, 저장 용기는 소의 반출 시의 용이성을 고려해 수송 겸용으로 제작함. 용기의 설계 수명은 60년이며 임계 방지·차폐·열 제거 기능 등을 갖출 예정임.
 - 미하마 원전의 경우 2026년부터 2030년까지 사용후핵연료 21다발을 보관할 수 있는 저장 용기 최대 10기를 설치할 예정임. 다카하마 원전에서는 1·2차로 나누어 설치하고, 1차는 2025년부터 2027년까지 최대 10기를, 2차는 2025년부터 2030년까지 최대 22기를 설치함. 오이 원전의 경우 최대 23기 설치하고, 2025년부터 2030년까지 건설할 예정임. 두 곳 모두 1기당 24다발 보관 가능함.
 - 한편, 2월 28일에는 도호쿠전력이 오나가와 원전 내에 두 동으로 구성된 건식저장시설 설치계획을 밝혔고, 1동은 2026년 5월 착공해 2028년 3월 운영을 시작하며, 2동은 2030년 8월 착공해 2032년 6월 운영을 시작할 계획임.
 - 1동에는 사용후핵연료 최대 552다발을, 2동에는 최대 828다발을 보관할 수 있음. 총공사비는 두 동 기준 약 144억 엔(약 1,272억 원)으로 전망됨.

16) 日本經濟新聞, 関西電力'全原発に乾式貯蔵施設(2024.02.08.)

■ 중국

■ 현황

- 중국은 2024년 4월 기준 55기의 원자로(56,930MW)를 가동 중이며, 25기의 원자로(28,316MW)를 건설 중임.
 - 신규 건설이 진행 중인 Fangchenggang 4호기는 2024년 2월 28일 운영허가를 발급, 같은 해 4월 3일 최초임계에 달성 후 4월 9일 전력망에 연결되어 2024년 상반기 상업운전 시작을 목표로 함.
- 2022년 기준으로 중국 내 총 설비규모는 2,560GW였으며 이 중 석탄이 46%, 풍력·태양광이 30%, 수력이 16%에 해당함.
- 2022년 중국의 총발전량은 8,916TWh로, 발전원별 비중은 석탄발전이 62%로 가장 높았고 다음으로는 수력 15%, 풍력·태양광·지열 13%, 원자력 5% 순임.¹⁷⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 3월 제14기 전국인민대표회의에서 국가 정치고문단은 중국 내륙지역에 원전 건설의 필요성·활용 방안·실행 가능성을 포함한 공동제안서(joint proposal)를 제출함.
 - 해당 제안서에는 자국의 청정전력 공급 능력이 부족하기 때문에 오염물질 배출이 많은 지역에서 원전의 건설 계획 및 착공이 이른 시일 내에 시작되어야 하는 필요성을 제시함.
 - 또한 중국인민정치협상회의 Yang Changli 의원은 현재 중국의 가동·건설 중인 모든 원전은 해안지역에 위치해 있어 새로운 형태의 전력 체계를 구축할 필요성이 있음을 강조함.
- 2023년 10월 중국원자력협회(CNEA)는 중국이 2035년까지 전력의 10%를 원전으로 공급하는 것을 목표로 설정하고 전원구성에서 원자력의 비중을 높일 계획을 발표함.

■ 중국 원전 신규건설 및 상업운전 현황

① HPR1000

- HPR1000은 중국 CNNC와 CGN이 공동 개발한 3세대 원자로로 CAP1000과 달리 중국 측이 지적재산권을 보유하고 있음.¹⁸⁾ 중국 내 11기가 건설 중이며, 파키스탄 Karachi (KANUPP) 원전 2·3호기에 적용된 바 있음.
- Jinqimen 1·2호기 건설 착수

17) Enerdata, Country Energy Report-China, pp.23,(2023.10.)

18) CNNC, HPR1000, <https://en.cnncc.com.cn/HPR1000.html>

- 2024년 2월 19일 중국 CNNC는 동부의 Zhejiang 지역 Ningbo에 위치한 HPR1000 노형의 Jinqimen 원전 총 6기 건설 프로젝트 중 1단계(1·2호기) 건설에 착수했다고 발표함. Jinqimen 1·2호기는 2023년 12월 29일 중국 국무원으로부터 건설 프로젝트를 승인받았으며, 1호기는 2028년까지 상업운전을 시작할 예정임.

- Zhangzhou 3·4호기 건설 착수

- 2024년 2월 22일 중국 CNNC는 동부 Fujian 성 Zhangzhou 시에 HPR1000 노형의 Zhangzhou 원전 총 6기 건설 프로젝트 중 2단계(3·4호기) 건설에 착수했다고 밝힘. 2022년 9월 중국 국무원은 해당 두 호기 건설을 승인함.

- Fangchenggang 4호기 최초임계 달성 후 전력망 연결

- 2024년 4월 3일 중국 CGN은 Guanxi 성에 위치한 Fangchenggang 4호기(1,180MW, PWR)가 최초임계에 달성했으며, 4월 9일 전력망에 연결되었다고 발표함. 이어서, CGN은 Fangchenggang 4호기의 상업운전 시작 전 원자로의 다양한 성능을 추가로 검증하기 위해 후속 절차가 진행될 것이며, 2024년 상반기에 상업운전이 시작될 예정이라고 언급함.

② CAP1000

- CAP1000은 중국 SPIC 전신인 SNPTC가 미국 Westinghouse가 개발한 AP1000 기술을 이전받아 개발한 원자로로 지적재산권은 Westinghouse가 보유하고 있으며 2022년 6월 28일 Sanmen 3호기에 CAP1000이 최초로 적용되었음.

- Xudabao 1호기 착공

- 2023년 11월 15일 중국 CNNC는 Liaoning 부지에서 CAP1000 노형을 적용한 Xudabao 1호기(1,250MW, PWR)가 착공되었다고 발표함. 해당 원전은 2023년 11월 6일 중국 국가원자력안전국(NNSA)으로부터 건설 허가를 받았으며, 2028년에 상업운전을 시작할 예정임.

③ ACPR1000

- ACPR1000은 중국 CGN이 수출을 위해 개발한 노형으로 지적재산권은 중국이 완전히 보유하고 있으며¹⁹⁾, Yangjian 5호기는 ACPR1000 노형을 적용한 최초의 원자로로 건설을 시작한 지 56개월 만인 2018년 5월 23일 계통에 연결됨.²⁰⁾

- 2023년 11월부터 현재까지 신규건설을 시작하거나 상업운전이 개시된 원전은 없음.

④ VVER-1200

- VVER-1200은 러시아 Rosatom이 개발한 3세대 원자로로 지적재산권은 러시아가 소유하고 있으며, 현재까지 중국 내에서 운영 중인 원전은 없지만, 4기의 원전이 건설 중임.

19) <https://www.powermag.com/evolutionary-triumph-chinas-first-acpr1000/>

20) IAEA PRIS 착공, 계통연계일 기준

- 2023년 11월부터 현재까지 신규건설을 시작하거나 상업운전이 개시된 원전은 없음.

표 건설 중인 중국 원전 현황

(2024년 4월 기준)

원자로	용량(MWe)	노형	착공일
FANGCHENGGANG 4호기	1,180	HPR1000 (PWR)	2016.12.23
ZHANGZHOU 1호기	1,212		2019.10.16
TAIPINGLING 1호기	1,200		2019.12.26
ZHANGZHOU 2호기	1,212		2020.09.04
TAIPINGLING 2호기	1,202		2020.10.15
SANAOCCUN 1호기	1,210		2020.12.31
CHANGJIANG 3호기	1,197		2021.03.31
CHANGJIANG 4호기	1,200		2021.12.28
SANAOCCUN 2호기	1,210		2021.12.30
LUFENG 5호기	1,200		2022.09.08
LUFENG 6호기	1,200		2023.08.26
ZHANGZHOU 3호기	1,214		2024.02.22
TIANWAN 7호기	1,265		VVER1200 (PWR)
XUDABU 3호기	1,274	2021.07.28	
TIANWAN 8호기	1,265	2022.02.25	
XUDABU 4호기	1,274	2022.05.19	
SANMEN 3호기	1,251	CAP1000 (PWR)	2022.06.28
HAIYANG 3호기	1,253		2022.07.07
SANMEN 4호기	1,251		2023.03.22
HAIYANG 4호기	1,253		2023.04.22
LIANJIANG 1호기	1,224		2023.09.27
XUDABU 1호기	1,080		2023.11.03
XIAPU 1호기	682	CFR600 (FBR)	2017.12.29
XIAPU 2호기	682		2020.12.27
LINGLONG 1호기	125	ACP100 (PWR)	2021.07.13

자료: IAEA PRIS를 바탕으로 작성

■ 주요 이슈

- 중국, 4세대 원전 Shidaowan 고온가스냉각로 상업운전 시작
 - 2023년 12월 6일 중국 국가에너지국(China National Energy Administration)과 중국 화능 그룹(China Huaneng Group)은 4세대 원전으로는 세계 최초로 Shidaowan 고온가스냉각로(HTR-PM)가 상업운전을 시작했다고 발표함.
 - Shidaowan 1호기(211MW, HTGR)는 2012년 12월 9일 착공, 2021년 9월 12일 최초임계 도달을 거쳐, 같은 해 12월 14일 전력망에 연결되었으며, HTR-PM은 100MW의 HTR-PM 원자로 2기로 구성되어 냉각재로 헬륨과 감속재로 흑연을 사용함.

- 중국 국무원, Taipingling 3·4호기 및 Jinqimen 1·2호기 신규 원전 건설 프로젝트 승인
 - 2023년 12월 29일 중국 국무원은 남부 Gudangdong 지역에 Taipingling 3·4호기와 동부 Zhejiang 지역의 Jinqimen 1·2호기 건설 프로젝트를 승인했으며, 신규 원자로 4기 모두 HPR1000 노형을 적용함.
 - 이와 관련해 중국 국무원은 Taipingling 3·4호기의 건설비용은 약 56억 달러(약 8조 원)²¹⁾가 소요될 것이며, 호기당 발전용량은 1,209MW임을 언급함. Jinqimen 1·2호기의 경우 구체적인 프로젝트 비용은 제시되지 않았으나, 통상적으로 Hualong One 호기 당 약 28억 달러(약 4조 원)의 비용이 소요되는 것으로 알려짐.
- 중국 국영조선사, 원자력 추진 컨테이너선 설계 계획 공개
 - 2024년 1월 5일 중국 국영조선사(CSSC) 산하 Jiangnan Shipyard는 토륨 기반의 4세대 용융원자로로 가동되는 세계 최대 규모 핵추진 컨테이너선(KUN-24AP) 설계 계획을 발표함.
 - CSSC에 따르면 KUN-24AP는 2만 4천개의 대형 컨테이너 탑재가 가능한 규모로 4세대 용융원자로를 컨테이너선에 달아 증기터빈을 가동시키며, 토륨의 풍부한 공급이 가능해 해운업을 포함한 산업에 비용 효율적인 저탄소 대안이 될 수 있음.

■ 필리핀

■ 현황

- 필리핀은 2024년 4월 기준 운영 중이거나 건설 중인 원전은 없음.
 - 필리핀에는 1976년 원전 건설을 시작하여 1985년 거의 완공한 Battan원전(621MW, PWR)이 있으나, 체르노빌 사태에 따른 안전성 문제 제기로 한 번도 가동하지 않고 1986년 폐쇄함.
- 2022년 필리핀의 총발전설비는 28.3GW이며 이 중 44%는 석탄발전이며, 이후 기타 화석발전 14%, 풍력·태양광·지열발전 14%, 수력발전 13%, 가스발전 13%, 기타 신재생 2% 등임.
 - ※ 기타 화석발전에는 유류, 유류제품, 폐기물 등이 포함되며, 기타신재생에너지는 지열, 조력, 파력 등이 포함됨.
 - 필리핀의 총발전량은 111.2TWh이며, 발전원별 비중은 석탄 60%, 가스 15%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 13%, 수력 9%, 석유 2%, 바이오매스 1%임.²²⁾

21) 중국 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러= 1,369원)

22) Enerdata, Country Energy Report-Philippines, pp.18.(2024.02.)

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 8월 30일 필리핀 에너지부는 2035년까지 원전 활용을 통한 에너지 자급률 향상과 신규원전 도입 및 재생에너지 비율 확대를 목표로 제시하는 자국 원전 계획을 청정 에너지 시나리오(clean energy scenario)에 반영한 필리핀 에너지 계획(이하 'PEP') 2023~ 2050을 발표함.
 - PEP에서는 청정에너지 시나리오(clean energy scenario)와 기준 시나리오(reference scenario)를 제시하고 있음. 기준 시나리오는 기존의 재생에너지 목표를 기반으로 에너지 믹스에서 재생에너지 비중을 2030년까지 35%, 2050년까지 50%로 설정한 반면에, 청정 에너지 시나리오에서는 장기적인 에너지 계획과 기후 목표 달성을 주목적으로 제시하고 원전 설비 규모를 2032년까지 1,200MW, 2035년까지 2,400MW, 그리고 2050년까지 4,800MW로 확대하는 방향을 제시함.
- 2023년 7월 19일 필리핀 에너지부는 '필리핀 에너지 계획 2023-2050'의 일환으로 2032년까지 SMR 8기(각 150MW) 및 2035년까지 1,200MW의 추가 원전 설비 확보를 통해 총 2,400MW까지 원전 확대 계획을 발표함.
- 2024년 1월 29일 필리핀 에너지부 Raphael Lotilla 장관은 에너지부 명령 DO2024-01-0001(Department Order)을 발표하고 원자력 에너지 프로그램 조정 위원회(DOE- NEPCC)를 창설할 예정이라고 밝혔으며, 새롭게 구성될 조정 위원회는 원자력 연구 및 프로그램 진행에 이어 원전 설계와 운영 관련 제안을 제시할 계획임.
- 2024년 2월 26일 필리핀 에너지부는 설비구성 다양화를 위해 2032년까지 1,200MW 규모의 원전 활용 목표를 제시하면서, 자국 내 증가하는 에너지 수요 충족을 위해 선진 원자력 기술 활용 계획을 밝힘.
 - 이어 필리핀 에너지부는 SMR 기술과 함께 가동되지 않은 Bataan 원전 가동의 실행 가능성을 검토 중임을 언급함.

■ 주요 이슈

- 필리핀, 미국과 민간 원자력 분야 협력을 위한 123 협정 체결 완료
 - 2023년 11월 16일에 발표된 미 백악관의 성명서에 따르면 미국 Kamala Harris 부통령은 California 주 San Francisco에서 열린 제30차 APEC 정상회의에서 필리핀 Ferdinand Marcos JR 대통령과 회담을 통해 양국의 안보 강화와 상업 및 경제 협력 확대를 논의하고 민간 원자력 분야 협력을 위한 123 협정(123 Agreement) 협상을 타결함.
- 필리핀 Meralco, MMR 보급 위해 후보 부지 3곳 발표

- 2023년 12월 22일 필리핀 배전사인 Manila Electric Co.는 MMR 보급을 위한 후보 부지 3곳으로 Rizal 주의 Talim Island, Bulacan 주의 San Rafael, Manilla시에 Isla del Provisor를 고려하고 있으며, 해당 부지에서 사전 타당성 조사를 착수했다고 발표함.

■ 인도

■ 현황

- 인도는 2024년 4월 기준 20기의 원자로(7,540MW)를 가동 중이며, 7기의 원자로 (5,900MW)를 건설 중임.
- 2022년 인도의 총발전량은 1,781TWh로, 석탄 73%, 수력 10%, 풍력·태양광·지열 10%, 원자력 3%, 가스 2%, 바이오매스 2% 등임.²³⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 8월 3일 인도 원자력부의 Jitendra Singh 장관은 SMR 개발을 포함한 자국 내 원전 산업과 관련하여 국내외 민간 기업의 참여를 확대하기 위해 원자력법이 제정된 지 60년 만에 법 개정을 검토 중임을 밝힘.
 - 1962년에 제정된 인도 원자력법에 따라 정부는 원전을 개발하고 운영하는 데 중추적 역할을 하고 있으며, 인도는 현재 원전 기술 개발 및 건설에 민간 기업의 참여를 허용 중이지만 원전 운영과 노심 관리는 국영기업이 독점하고 있음.
 - 한편, 2023년 5월 인도 정부는 자국 원자력 산업에 해외 투자자 유치가 가능하도록 해외 투자 정책(foreign investment policies)의 개정을 제안했으며, 다른 국가들과 SMR을 공동으로 개발하기 위해 협력을 모색 중임을 밝힘.

■ 주요 이슈

- 인도, 고속실증로와 연계할 연료재처리시설 완공
 - 2024년 1월 2일 인도 Narendra Modi 총리는 고속로에서 나오는 탄화물과 산화물 사용 후핵연료를 모두 처리할 수 있는 세계 최초의 산업 규모 시설인 고속실증로 연료재처리 시설(Demonstration Fast Reactor Fuel Reprocessing Plant, 이하 'DFRP')을 완공했다고 발표함.
 - 인도 원자력청에 따르면 DFRP 개발에 약 4,800만 달러(약 654억 원)²⁴⁾가 투자됨.

23) Enerdata County Energy Report-India, pp.23,(2023.12.)

24) 인도 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러= 1,369원)

- 인도, Kakrapar 4호기 상업운전 개시
 - 2024년 3월 31일 인도 Gujarat에 위치한 인도 자체 개발 PHWR 노형인 Kakrapar 4호기 (700MW)가 상업운전을 시작함. Kakrapar 4호기는 2010년 11월 22일에 착공하여 2023년 10월 20일 연료장전 시작, 2023년 12월 17일 최초임계에 도달한 이후 2024년 2월 20일 전력망에 연결됨.
- 인도 원자력공사, 2032년까지 신규 원자로 18기 건설 계획 발표
 - 2024년 2월 25일 인도 원자력공사(NPCIL)는 2031년에서 2032년까지 18기의 원자로를 추가 건설하여 국가 전원 구성에서 원자력 설비용량을 22.4GW로 확대할 계획이라고 밝혔으며, 현재 건설 중인 7기의 원자로 외에 10기의 PHWR 노형을 적용한 신규 원자로(총 용량 7GW) 사전 프로젝트 활동이 진행 중임을 언급함.

■ 방글라데시

■ 현황

- 방글라데시는 2024년 4월 기준 가동 중인 원전은 없으나, 현재 2기의 원자로(총 2,400MW, PWR)를 건설 중임.
 - 러시아와 방글라데시 정부는 2011년 11월 Rooppur 원전 건설을 위한 정부간협정(Inter Governmental Agreement)을 체결하고, 2015년 12월 해당 원전 건설 계약을 체결함.
 - Rooppur 1·2호기는 2017년 11월 30일과 2018년 7월 14일에 착공을 시작하였고 1호기는 2024년, 2호기의 경우 2024년 또는 2025년에 각각 상업운전 시작을 목표로 하고 있음.
- 2021년 기준 총 설비용량은 86.5TWh이며 천연가스 77%, 석유 19%, 석탄 3%, 수력 1%, 기타 에너지원 1%로 구성됨.²⁵⁾

■ 주요 이슈

- 방글라데시 총리, Rosatom CEO와 Rooppur 원전 부지에 2기 원자로 추가 건설 논의
 - 2024년 4월 2일 방글라데시 Sheikh Hasina 총리는 Ganabhaban에서 Rosatom Alexey Likhachev CEO와의 회담 후 건설 중인 Rooppur 원전 부지에 2기의 원자로 추가 건설을 위한 신규 프로젝트 논의를 함.
 - 논의에는 2기의 원자로 추가 건설 프로젝트 착수 전 기술 조사 진행 여부와 함께 기존에 건설 중인 Rooppur 1·2호기의 프로젝트 완료 후 신규 2기 원자로 건설 시작 계획 등의 내용이 포함됨.

25) Enerdata, Country Energy Report-Bangladesh, pp.16,(2023.04.)

■ 카자흐스탄

■ 현황

- 카자흐스탄은 Aktau 원전(90MW, FBR)이 1999년 4월 22일에 영구 정지된 이후, 가동 중인 원전은 없음.
- 2022년 카자흐스탄의 총발전량은 116.1TWh이며, 석탄 63%, 가스 25%, 수력 8%, 풍력·태양광·지열 등 기타 에너지원 4%를 차지함.²⁶⁾
- 카자흐스탄은 전 세계 우라늄의 12%가 매장되어 있으며, 2022년 기준 약 2만 1천 톤의 우라늄 정광을 생산함. 또한 2022년 기준 전 세계 우라늄 생산량의 43%를 생산하는 등 최대 우라늄 생산국임.²⁷⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2021년 하반기부터 본격적인 신규 원전 추진 관련 발표가 계속 이어짐
 - 2021년 9월 카자흐스탄 Kassym-Jomart Tokayev 대통령은 러시아 블라디보스토크에서 열린 동부경제포럼에서 에너지 수요 증가로 인한 2030년 전국적인 전력난을 대비한 신규 원전 필요성을 언급함.
 - 2022년 2월 카자흐스탄 에너지부의 전력산업국장은 2035년까지 자국에 추가 발전설비가 필요하다고 언급하였으며, 여기에는 원자력 2.4GW, 재생에너지 6.5GW, 가스발전 5GW 이상, 수력 2GW, 석탄 1.5GW로 구성될 것이라고 밝힘.
 - 2022년 6월 Tokayev 대통령은 첫 번째 신규 원전 건설 부지로 동남부에 위치한 Almaty 지역 Balkhash 호수 부근의 Ulken 지구를 선정할 바 있으며, 2022년 8월 카자흐스탄 에너지부는 두 번째 신규 원전 건설부지 후보지로 동북부에 위치한 카자흐스탄 북부 러시아 접경지역인 Irtysh 강 유역의 Kurchatov 지역이 될 가능성을 언급함.
 - 2023년 1월 11일 카자흐스탄 Alikhan Smailov 총리는 자국 내 신규원전 건설에 참여할 공급사를 연내에 결정할 예정이라고 밝히며, 세계 최첨단 기술을 보유하고 있는 기업들과 함께 원전 사업을 진행하고 싶다는 기대감을 표함.
 - 2023년 4월 13일 카자흐스탄 에너지부의 Almasadam Satkaliyev 장관은 자국의 원전 계획은 진행 중으로, 원전 건설을 위해 여러 원자로 공급업체를 검토하는 중이며 원자로 공급업체 후보로 한국, 프랑스, 중국, 러시아 4개 업체를 고려 중임을 밝힘.

26) Enerdata, Country Energy Report-Kazakhstan, pp.17,(2023.08.)

27) World Nuclear Association, Uranium and Nuclear Power in Kazakhstan, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-g-n/kazakhstan.aspx>(2024.03.)

- 또한 2023년 6월 18일 카자흐스탄 현지 언론에 따르면 남동부 Almaty 지역의 Ulken 부지에 추진 중인 자국 최초 원전에 최대 120억 달러(약 15조 7,260억 원)²⁸⁾가 소요될 것이며 2034~2035년에 공사가 시작될 것이라고 전해짐.

■ 주요 이슈

- IAEA, 카자흐스탄 신규원전 부지 선정 절차 관련 안전성 검토 완료
 - 2023년 11월 6일 IAEA는 10월 2일부터 6일까지 5일간 카자흐스탄의 신규원전 부지 선정 절차를 위한 안전성 검토(Site and External Events Design, SEED)를 완료 후, 후보 부지 두 곳에 비상계획의 실현 가능성 및 지반 붕괴 등과 관련된 특정한 안전성 문제는 없는 것으로 판단하여 카자흐스탄에 추후 안전 문제 발생 최소화를 위한 추가 데이터 수집 진행을 제안함.
- 카자흐스탄 Kazatomprom, 2024년 우라늄 생산계획 발표
 - 2024년 1월 12일 카자흐스탄 국영 기업인 Kazatomprom은 2024년 인도 의무(delivery obligations)를 준수할 것이나, 황산의 가용성 문제와 새로 개발된 광상(deposits)에서의 건설 작업 지연 등의 요인으로 인해 2024년 우라늄 정광 생산 지침을 조정할 것으로 예상함.
 - 이와 관련하여 2024년 2월 1일 Kazatomprom은 2024년 황산 공급량을 늘리기 위해 주변국의 황산 생산기업과 협상을 진행하고 대체 조달처를 모색 중이나, 황산 공급 부족 문제가 지속되면 2025년 우라늄 생산 계획에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 밝힘.
 - 또한 2024년 2월 1일 Kazatomprom은 2024년 우라늄 생산계획 업데이트 자료(4Q23) 발표에서 2024년 우라늄 생산이 적절한 수준으로 증가할 것으로 전망하였으며, 2024년 우라늄 채광량은 21,000tU에서 22,500tU에 이를 것으로 예상함.

■ 파키스탄

■ 현황

- 파키스탄은 2024년 4월 기준 6기의 원자로(총 3,530MW)를 가동 중으로, 1기의 원자로(1,200MW)를 건설 중이며, 1기의 원자로(100MW)가 영구 정지됨.
 - 건설 중인 원전으로 2023년 7월 14일 파키스탄 동부 Punjab 주에 위치한 Mianwali 지역에 중국 HPR 1000 노형을 적용한 35억 달러(약 4조 5,868억 원)²⁹⁾ 규모의 Chashma 5호기(1,200MW, PWR)가 있음.

28) 카자흐스탄 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러= 1,369원)

29) 파키스탄 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러= 1,369원)

- Chashma 5호기 건설을 위해 중국은 1억 4,553만 달러(약 1,907억 원)를 지출하였으며, 건설 추진은 CNNC의 자회사인 CNNC China Zhongyuan Engineering Corp.가 담당함.
- Karachi 1호기(KANUPP 1호기)는 1972년 12월 7일부터 가동되어 2021년 8월 1일 운영이 종료됨.
- 2022년 기준 총발전량은 135.5TWh이며, 천연가스 37%, 수력 23%, 석탄 16%, 원자력 15%, 석유 5%, 풍력 및 태양광 3% 등으로 구성됨.³⁰⁾

■ 튀르키예

■ 현황

- 튀르키예는 지중해 동부 연안 Mersin 주에서 러시아 VVER-1200 1~4호기로 구성된 Akkuyu 원전(총 4,800MW, PWR)을 건설 중임.
 - 1호기는 2018년 4월에 착공되었고, 2호기는 2020년 4월, 3호기는 2021년 3월, 4호기는 2022년 7월 각각 착공됨. 4기의 총 건설비용은 약 200억 달러(약 27.5조 원)³¹⁾로 예상되며, 1호기는 2025년 시운전을 시작할 것으로 전망됨.³²⁾
- 2022년 튀르키예의 총발전량은 326TWh로 이 중 석탄 34.6%, 수력 20.6%, 가스 22.1%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 18.9%를 차지함.³³⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2010년 5월 튀르키예와 러시아가 체결한 정부 간 협정(Inter-Governmental Agreement)을 토대로 러시아는 튀르키예에 2010년 12월 프로젝트 회사 Akkuyu Nuclear Joint-Stock Company(이하, ANPP)³⁴⁾를 설립해 2018년부터 Akkuyu 원전 4기를 건설 중임.³⁵⁾
 - Akkuyu 원전 사업은 설계·건설·유지보수·운영·해체를 담당하는 BOO 방식(Build-Own-Operate)으로 진행됨. 건설비용 약 200억 달러(약 27.5조 원)는 러시아가 우선 전액 부담한 후 발전소가 완공되면 튀르키예 전력 거래·계약회사(Turkish Electricity

30) Enerdata, Country Energy Report-Pakistan, pp.16.(2024.01.)

31) 튀르키예 내용 전체 2024년 5월 2일 환율 기준 적용(1달러=1,377원)

32) ROSATOM, First batch of nuclear fuel was delivered to Akkuyu NPP(2023.04.27.)

<https://www.rosatom.ru/en/press-centre/news/first-batch-of-nuclear-fuel-was-delivered-to-akkuyu-npp/>

33) Enerdata, Country Energy Report Türkiye(2023.10.)

34) 회사 명의 경우 ANPP=Akkuyu NPP Generation JSC, APC=Akkuyu Project Co, AEG=Akkuyu Electricity Generation Co., Akkuyu Nuclear JSC를 병용 중이며, 최근에는 ANPP를 가장 많이 사용해, 이를 반영함. 튀르키예어로는 Akkuyu NGS (Nükleer Güç Santrali= Nuclear Power Plant) Elektrik Üretim Anonim Şirketi임.

참고: JAIF, トルコの原子力発電導入準備状況(2014.05.12.) https://www.jaif.or.jp/ja/asia/turkey/turkey_data.pdf

35) AKKUYU NUCLEAR 프로젝트 웹사이트 최종 검색(2022.11.03.) <http://www.akkuyu.com/index.php>

Trading and Contracting Company, 이하 'TETAS')가 각 호기의 운전 개시일에서 15년간 발전 전력을 고정가격으로 구입해 비용을 상환할 예정임.³⁶⁾

- TETAS는 1~2호기 발전 전력량의 70%, 3~4호기의 40%를 평균 12.35센트(약 170원)/kWh로 구입할 계획이며 나머지 전력은 ANPP가 전력시장에 판매할 예정임.³⁷⁾
- 더불어 정부 간 협정에서는 4개 호기의 건설 허가가 모두 발급된 시점부터 7년 내인 2025년까지 최초 호기의 시운전을 시작하기로 규정됨.³⁸⁾
- 2023년 4월 26일 튀르키예 에너지부 Faith Donmez 장관은 2018년 일본-프랑스 컨소시엄과의 건설 협상이 무산된 Sinop 원전 건설(1,120MW급 4기) 계획*과 관련해 여러 국가로부터 받은 제안서를 평가 중이라고 밝힘.
 - ※ Sinop 원전 건설 계획은 2013년 일본-프랑스 컨소시엄(Mitsubishi중공업, ITOCHU 상사, 프랑스 GDF SUEZ 등)³⁹⁾과 건설 협의를 진행했지만, 2018년 건설비 급등에 따른 경제성 악화를 이유로 협의가 무산됨.
 - 이와 관련하여 2020년 9월 14일 튀르키예 환경도시계획부는 Sinop 원전 건설 계획에 관한 최종 환경영향평가를 승인함.
- 2023년 9월 26일 튀르키예 에너지 천연자원부 Aplarslan Bayraktar 장관은 25일 오스트리아 Wien에서 열린 제67차 IAEA 총회에서 탄소중립 도달의 일환으로 2050년까지 20GW 이상의 원전 설비를 확보할 계획이라고 밝힘.
 - 장관은 원자력이 2053년까지 탄소중립 도달에 필수적인 역할을 할 것임을 강조하며, 전력 부문에서 석탄발전 비중을 줄이고 원자력 비중을 늘릴 계획이라고 밝히면서, 국가에너지 계획에서 원전을 청정 기저부하 전원으로 포함하여 2035년까지 7.2GW, 2050년 말까지 20GW 이상으로 확충하고, 재생에너지 비중도 확대하는 것을 목표로 한다고 덧붙였다.
 - ※ 이보다 앞선 2020년 5월 튀르키예 정부는 에너지천연자원부(Ministry of Energy and Natural Resources) 전략계획 2019~2023을 통해 설비용량에서 재생에너지와 국내 자원 점유율을 2023년까지 59%에서 65%로 확대하겠다는 목표를 설정한 바 있음.

■ 주요 이슈

- 튀르키예 원자력규제청, Akkuyu 1호기 시운전 허가 발급⁴⁰⁾

36) 原子力産業新聞, トルコのアクユ4号機が本格着工(2022.07.25.)

三菱総合研究所, 令和2年度原子力利用状況等に関する調査(海外における原子力政策等動向調査)調査報告書 p.264(2021.03.)

37) 三菱総合研究所, 令和2年度原子力利用状況等に関する調査(海外における原子力政策等動向調査)調査報告書 p.264(2021.03.)

38) 原子力産業新聞, トルコのアクユ1号機に起動許可(2023.12.14.)

39) 三菱重工, PRESS INFORMATION トルコ共和国 シノップ原子力発電所プロジェクトの商業契約に大枠合意(2013.05.07.)

原子力産業新聞,トルコのアクユ1号機に起動許可(2023.12.14.)

AKKUYU NUCLEAR, Commissioning Permit For The First Power Unit Of The Akkuyu Npp Was Received, December 12, 2023

[https://akkuyu.com/en/news/commissioning-permit-for-the-first-power-unit-of-the-akkuyu-npp-was-received-](https://akkuyu.com/en/news/commissioning-permit-for-the-first-power-unit-of-the-akkuyu-npp-was-received)

WNN, '23, 12, 12 Akkuyu unit 1 gets commissioning permit

<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Akkuyu-unit-1-gets-commissioning-permit>

- 2023년 12월, ANPP는 튀르키예 원자력규제청(이하, NDK)이 Akkuyu 1호기의 시운전 허가를 발급했다고 발표함. 2023년과 3월과 8월 두 번에 걸쳐 허가를 신청했고, 허가 발급을 통해 1호기의 가동 준비와 안전 운전을 위한 시험 작업이 가능해졌다고 발표함.
- 향후 ANPP는 Akkuyu 1호기에 연료를 장전하여 운전 절차를 진행할 수 있도록 NDK에 운영 인가를 신청할 방침임. 한편, 1호기 장전용 러시아산 연료는 2023년 4월 Akkuyu 원전 부지에 도착함.

■ UAE

■ 현황

- UAE는 2024년 4월 기준 Barakah 1·2·3호기를 가동 중이며, 각각 2021년 4월 6일, 2022년 3월 24일, 2023년 2월 24에 상업운전을 시작함. 4호기의 경우 2024년 3월 23일 전력망에 연결되어 2024년 초 상업운전 예정임.
 - Barakah 1·2·3·4호기는 각각 2012년 7월 19일, 2013년 4월 15일, 2014년 9월 24일, 그리고 2015년 7월 30일에 착공함.
 - 4기 모두 APR1400 원자로를 적용한 Barakah 원전은 완공 시 전력 수요의 약 25%를 공급하고 연간 총 40TWh 이상의 전력을 공급하여⁴¹⁾, 연 탄소 배출량을 2,200만 톤가량 감축할 것으로 예상됨.
- 2021년 UAE의 총발전량은 145.4TWh이며 가스 90%, 원자력 7%, 풍력·태양광 3%, 기타 석유 등으로 구성됨.⁴²⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2021년 10월 걸프협력이사회(The Cooperation Council for the Arab States of the Gulf, GCC) 국가 중 처음으로 2050년까지 에너지 분야의 탄소 넷 제로 정책(Net Zero 2050)을 발표함.
 - 해당 정책은 UAE 경제 개발 계획(Principles of the 50)의 연장선상에서 추진되며, UAE 기후변화환경부를 중심으로 에너지·경제·산업·기반구조·교통·폐기물·농업·환경 등 분야에서 협력하여 진행됨. UAE는 15년 전부터 청정에너지에 대한 재정 지원을 해왔으며, 총 지원 금액은 약 400억 달러(약 55조 원)⁴³⁾에 달함.

41) Emirates Nuclear Energy Corporation, [https://www.enec.gov.ae/news/latest-news/unit-4-of-barakah-nuclear-energy-plant-successfully-connected-to-uae-grid/\(2024,03,24.\)](https://www.enec.gov.ae/news/latest-news/unit-4-of-barakah-nuclear-energy-plant-successfully-connected-to-uae-grid/(2024,03,24.))

42) Enerdata, Country Energy Report-United Arab Emirates, pp. 16.(2022,10.)

43) UAE 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러= 1,369원)

- 기후변화 대응의 일환으로 온실가스 배출을 감축하고 청정에너지 사용을 촉진하기 위해, 2030년까지 원전을 포함한 청정에너지 발전량을 14GW로 증대하는 것을 목표로 함.
- 또한 국제적인 친환경 기반구조 건설과 청정에너지 정책 개발을 지원하기 위해 70개국에 168억 달러(약 23조 원)를 지원하고 4억 달러(약 5,455억 원) 규모의 차관을 제공함.

■ 주요 이슈

- Barakah 4호기 2024년 상반기 상업운전 예정
 - 2023년 11월 17일 UAE 원자력규제청(FANR)은 Barakah 4호기(1,417MW, PWR)의 운영 허가를 발급함. 해당 원전 운영허가 발급을 위한 신청 서류를 기반으로 안전과 안보 및 안전 장치 분야에 대한 규제 감독과 평가를 실시하여 규제 요구사항을 준수하는 것으로 평가됨.
 - 2023년 12월 19일 UAE 원전운영사 Nawah Energy Company(Nawah)는 Barakah 4호기의 연료 장전을 완료했다고 발표함. 이어, 2024년 3월 23일 UAE 원자력공사(이하 'ENEC')는 Barakah 4호기가 전력망에 연결되어 2024년 초에 상업운전을 시작할 계획이라고 발표함.
- UAE 원자력공사, 자국 내 핵연료 성형가공시설 건설을 위한 입찰 개시
 - 2024년 1월 24일 ENEC는 지난 18개월 동안 Barakah 원전의 안정적인 핵연료 공급 방안을 놓고 다양한 검토를 진행한 끝에 자국 내 핵연료 성형가공시설(assembly fabrication facility) 건설을 위한 입찰을 시작한다고 발표함. ENEC에 따르면 해당 시설은 연료 집합체(fuel assemblies)를 제조하는 데 중점을 둘 것이며, 우라늄 농축·재처리 진행은 포함되지 않음.
- UAE 원자력공사, '녹색대출'로 Barakah 원전 프로젝트 재융자 완료
 - 2024년 3월 12일 ENEC는 2023년에 발표된 Barakah 원전(총 5,668MW, PWR 4기) 프로젝트에 대한 24억 2천만 달러(약 3조 원)의 재융자가 녹색대출(Green Loan Facility)로 승인받았다고 밝힘.
 - 녹색대출 승인과 관련해 Barakah 원전의 지속 가능성 자격 증명, UN의 지속 가능 개발 목표에 대한 긍정적인 기여, 신용공여(credit facility)와 같은 3가지 측면에서 고려할 때, Barakah 원전의 전반적인 ESG 프로필과 녹색대출 원칙이 일치한다고 평가받음.

■ 이집트

■ 현황

- 이집트는 2017년 12월 러시아와 원전 건설 계약을 체결한 이후 이집트 북부에 VVER-

- 1200 총 4기로 구성된 El Dabba 원전(총 4,800MW)을 건설 중임. 1~4호기(총 4,800MW, PWR)는 2022년 7월과 11월, 2023년 5월, 2024년 1월에 각각 착공했음.⁴⁴⁾
- El Dabba 원전 건설을 담당하는 이집트 원자력발전청(Nuclear Power Plants Authority, 이하 'NPPA')은 2021년 12월 원자력규제청(Egyptian Nuclear and Radiological Regulatory Authority, 이하 'ENRRA')에 3·4호기의 건설 허가를 신청함.
 - 이집트는 2028년 또는 2029년까지 4기 완공을 계획 중이며, 4기 모두 2030년에 상업운전이 시작될 것으로 예상됨.
 - El Dabba 원전 건설과 관련해 러시아는 원전 건설 및 핵연료 공급, 원전 가동 첫 10년 동안 이집트에 인력 교육 및 원전 유지보수를 지원함. 더불어 해당 원전에서 발생하는 사용후핵연료 관리를 위한 저장시설 건설과 저장용기공급도 담당함.
 - El Dabba 원전 총 건설비용의 85%에 해당하는 250억 달러(약 34.4조 원)⁴⁵⁾는 러시아가 차관(연 3%)으로 제공하고 나머지 50억 달러(약 6.8조 원)는 이집트가 민간사업자 유치를 통해 조달함.⁴⁶⁾
- 2022년 이집트의 총발전량은 212.6TWh로 발전원별 비중은 가스 77.8%, 석유 9.9%, 수력 6.3%, 풍력 3.5%, 태양광 2.5%임.⁴⁷⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2016년 10월 이집트 에너지 최고위원회(Supreme Council of Energy)는 '2035년까지의 이집트 에너지 전략(Egyptian Energy Strategy until 2035)'을 채택했으며 2035년 발전량 비중을 재생에너지 47%, 원자력 3% 등으로 설정함.
- 2023년 9월 7일 NPPA는 2028년까지 기존 원자로 건설 작업을 완료 후 자국 내 전력 생산을 위해 추가 4기의 신규 원전을 건설하는 방안을 검토 중임을 밝힘.
 - 신규 원전 건설 부지는 El Dabaa 원전 부지 인근으로 알려짐.

44) WNA, Nuclear Power in Egypt(2023.09.)

<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/egypt.aspx>

原子力産業新聞, エジプト初の原子力発電所となるエルダバ発電所で3・4号機の建設許可申請(2022.01.17.)/原子力産業新聞, エジプト初の商業炉、エルダバ1号機が本格着工(2022.07.21.)/原子力産業新聞, エジプト規制当局 エルダバ3号機の建設許可発給(2023.04.03.)/한수원 보도자료, 이집트 엘다바 원전 사업 단독협상대상자로 선정(2022.01.02.)/세계원전시장 인사이트 2024년 2월 2일자

45) 이집트 내용 전체 2024년 5월 2일 환율 기준 적용(1달러=1,377원)

46) 日本公益財団法人原子力安全研究協会, 令和2年度 文部化学省 委託調査事業 原子力平和利用確保調査(諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査) 成果報告書(2021.03.)

47) Enerdata, Country Energy Report Egypt(2023.11.)

■ 주요 이슈

- 이집트, El Dabaa 4호기 착공
 - 2024년 1월 23일 Rosatom은 El Dabaa 4호기(1,200MW, PWR)의 최초 콘크리트 타설 기념행사를 개최했다고 발표함.
 - 참고로, 한국수력원자력(이하 ‘한수원’)은 El Dabba 원전 주요 건설사인 Rosatom의 자회사 Atomstroyexport JSC(ASE JSC)와 2022년 8월 26일 El Dabaa 원전 2차측 건설 계약을 체결하여 El Dabba 원전의 터빈 건물 등 80여 개의 구조물 건설, 관련 기자재 공급을 담당하고 있음.⁴⁸⁾

■ 아프리카(남아공, 가나)

■ 현황

- 2024년 4월 기준으로 아프리카에서 운영 중인 원전은 총 2기(1,940MW)로 모두 남아공에서 운영되고 있으며, 건설 중인 원전은 이집트에 4기(4,800MW) 존재함.⁴⁹⁾
- 2022년 남아공에서 원전은 전체 설비(65.2GW) 중 약 3%를 차지하였고 전체발전량(234.9TWh)의 4.4%를 담당하고 있음.⁵⁰⁾
 - 남아공 내 신규 원전 건설은 2030년 이후에 시작할 예정임.
- 가나의 총 발전설비 규모는 5.4GW로 가스(2.7GW), 수력(1.6GW), 유류(1.1GW) 등으로 이루어져 있고, 전체 발전량(23.2TWh) 중 대부분은 가스(63%)와 수력(35%)이 차지함.⁵¹⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 12월, 남아공 정부는 정전사태 해결을 위해 2032~2033년 가동을 목표로 2.5GW 규모의 신규 원전사업 입찰을 본격적으로 시작함을 발표함.
 - 남아공 전력사인 Eskom의 노후 석탄 발전소의 빈번한 고장으로 남아공은 하루에 최대 10시간 동안 전력 공급이 중단되는 등의 지속적인 정전사태를 겪고 있음.
 - 남아공 정부의 입찰 시행 결정은 Koeberg 원전(각 970MW, PWR 2기)의 계속운전과 신규 원전 도입 준비를 명시한 2019년 통합자원계획(IRP 2019)을 바탕으로 내려짐.

48) 한수원 보도 자료, 한국수력원자력, 이집트 엘다바 원전 2차측 건설사업 수주(2022.08.25.)

49) IAEA PRIS를 참고하여 작성

50) Enerdata, Country Energy Report South Africa, 2024.01

51) Enerdata, Country Energy Report Ghana, 2024.01

- ※ IRP 2019는 남아공광물자원에너지부(DMRE) 주도로 2030년 이후 신규 원전 조달 절차 시행, SMR 도입 고려, 시장을 통한 자금조달 시도 등을 포함하고 있음.
- DMRE는 자국 에너지규제기관(Nersa)이 2020년에 발표된 신규 원전 건설 결정을 승인함에 따라 2024년 3월까지 신규 원전 제안요청서(Request for Proposal, RFP)를 발행할 계획을 밝힘.
- ※ RFP는 프로젝트 담당할 계약업체 선정 입찰을 위해 발주처에서 공개적으로 게시하는 프로젝트 공고임.
- 2024년 1월, 남아공은 IRP 2023 초안 공개를 통해 2031년~2035년 사이에 2.5GW 규모의 원전 건설, 이후 2050년까지는 12GW의 원전을 추가 건설할 것임을 발표함.
- 2024년 3월, 러시아 국영 원자력 에너지 기업인 Rosatom은 Atomexpo 2024에서 남아공과 부유식 원전 프로젝트에서 협력하기로 발표함.

■ 주요 이슈

- 2023년 11월, 남아공 전력사인 Eskom은 Koeberg 1호기(970MW, PWR)의 설비개선 작업을 완료하여 재가동을 실시함을 밝힘.
 - Koeberg 1호기는 3개의 기존 증기발생기 교체를 위해 2022년 12월 가동을 중단했지만, 자재 부족, 안전 문제 등으로 원자로의 재가동 시점이 2023년 7월에서 연기됨.
 - Koeberg 2호기(970MW, PWR)의 설비개선 작업은 1호기의 설비개선 작업 완료 이후 안정적으로 재가동이 진행되는지 확인 후에 시행될 예정임.
 - 한편, 2021년 5월 Eskom은 자국에서 가동 중인 유일한 원전인 Koeberg 원전에 대해 최초 40년 운영허가 기간에 20년을 추가하는 신청서를 남아공 원자력규제기관(National Nuclear Regulator)에 제출하였음.
- 2023년 11월, 가나 정부는 자국 전력 생산 확대 및 안정적이고 효율적인 에너지 제공을 위한 전략의 일환으로 원전 건설을 위한 자금지원을 모색하고 있음을 밝힘.
 - 이는 가나 Accra에서 11월 1일부터 3일까지 열린 국제 원자력 협력회의(IFNEC)에 참석한 가나 원자력위원회 사무총장이 밝혔으며, 구체적인 지원 규모는 언급되지 않음.
 - 또한, 이날 회의에서 가나 정부는 미국과 양해각서(MOU)를 체결하고 원자력 개발 프로그램 착수를 위해 파트너십 구축을 고려 중임을 밝힘.
 - 2023년 9월 가나 원자력 발전(NPG)은 자국 내 최초 원전(1,000MW)의 후보지로 Nsuban과 Obotan을 선정했다고 발표하였으며, 최종 부지는 2030년에 확정될 예정임.

4 유럽

■ 영국

■ 현황

- 영국은 2024년 4월 기준 총 9기의 원자로(총 발전용량 6,534MW)를 가동 중임.
 - 영국 정부는 기존 7기의 원자로(Sizewell B 원전 제외)가 2030년까지, 석탄 발전소가 2025년까지 폐쇄되는 상황에서 신규 원전으로 Hinkley Point C 원전(각 1,720MW, PWR 2기)을 건설 중이며, Sizewell C 원전(3.2GW, PWR 2기)도 추진 중임.
 - 현재 영구정지된 원자로로는 총 36기(총 9,163MW)임.⁵²⁾
- 2022년 영국의 총발전량은 324.9TWh이며, 발전원별 비중은 가스 38%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 29%, 바이오매스 14%, 수력 2%, 원자력 15%, 석탄 2%임.⁵³⁾

■ 원자력 관련 주요 정책⁵⁴⁾

- 2011년 영국 정부는 국가정책서(National Policy Statement, NPS)를 발표해 2025년 말까지 신규 원자로 건설을 위한 8개의 부지(Bradwell, Hartlepool, Heysham, Hinkley Point, Oldbury, Sizewell, Sellafield, Wylfa)⁵⁵⁾를 확정하고, 그 중 6개의 부지(Hinkley Point, Sizewell, Moorside, Wylfa, Oldbury, Bradwell)를 개발하기로 함.
 - 그 중 현재 Hinkley Point 부지에서 신규 건설이 진행 중이며, Sizewell 부지에서 신규 건설을 위한 인허가 및 최종투자결정(FID)을 기다리고 있음.
- 이후, 영국 정부는 ‘녹색산업 혁명을 위한 10대 중점계획’(2020년 11월), ‘에너지 백서 2020’(2020년 11월), 넷 제로 전략(Net Zero Strategy)(2021년 10월)을 통해 SMR 투자, 원자력산업 지원, 대형원전 및 SMR에 대한 FID 시행 등의 계획을 발표함.
 - ‘녹색산업 혁명을 위한 10대 중점계획’에서는 ① 첨단 원자력 기금(Advanced Nuclear Fund)을 통해 최대 3억 8,500만 파운드(약 6,592억 원)⁵⁶⁾ 지원, ② AMR 연구·개발 프

52) 영구 정지된 원자로의 용량은 연구로 포함 수치임.

53) Enerdata. Country Energy Report UK, 2023.05.

54) World Nuclear Association, Nuclear Development in the United Kingdom
<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/appendices/nuclear-development-in-the-united-kingdom.aspx>

55) Department of Energy & Climate Change, National Policy Statement for Nuclear Power Generation (EN-6) Volume I of II p. 33(2011.07.)
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/47859/2009-nps-for-nuclear-volumel.pdf

- 그램에 최대 1억 7,000만 파운드(약 2,910억 원) 지원, ③ AMR 상용화에 4천만 파운드(약 685억 원) 지원을 제시함.
- ‘에너지 백서 2020’을 통해서는 원자력 부문에서 ① 대형 원전 건설(최소 1기 이상), ② SMR 설계, ③ AMR 실증로 구축, ④ 핵융합 프로젝트 추진 계획을 발표함.
 - 넷 제로 전략(Net Zero Strategy)에서 원자력 활용을 위해 ① 2024년까지 대형 원전 1기에 FID 시행, ② 차기 의회 임기 동안 2개 원전 프로젝트에 대한 FID 시행 여부 결정, ③ 1억 2천만 파운드(약 2,055억 원)의 미래 원자력 활성화 기금(Future Nuclear Enabling Fund) 조성을 추진하기로 함.
 - 2023년 3월 영국 정부는 원자력 산업의 민간 투자 확대를 위해 녹색금융체계(Green Financing Framework) 상에서 2021년에 지원 대상에서 배제했던 원자력을 환경적으로 지속가능한 에너지로 재분류하기로 함.
 - 2023년 7월 영국 정부는 신규 원자력 프로젝트 개발 지원 및 자금 조달을 담당하는 대영원자력(Great British Nuclear, GBN)의 공식 출범을 발표하고 SMR 기술개발 지원 사업 공모를 시작함.
 - 2024년 1월 11일 영국 정부는 2050년까지 최대 24GW 규모의 원전 설비를 확보하기 위한 민간 원자력 로드맵 2050(Civil Nuclear: Roadmap to 2050)을 발표함.
 - 해당 로드맵은 에너지 자립 강화 및 탄소 배출 목표 달성을 위해 70년 만에 수립한 최대 규모의 원자력 확대 계획으로, ① 부지 및 토지 이용, ② 원자력 개발의 규제 간소화, ③ 자금조달 모델, ④ 핵연료주기, ⑤ 원자력혁신 및 연구개발, ⑥ 해체 및 폐기물 관리, ⑦ 미래 원자력 부문 인력, ⑧ 원자력 공급망 개발 등에 대한 세부 내용을 담고 있음.

■ 주요 이슈

- 영국 신규 원전 추진 현황
 - ① EDF, 영국 Hinkley Point C 원전 가동시점 추가 지연 및 건설비용 증가 전망 발표
 - 2024년 1월 23일 EDF는 토목공사 비용과 예상보다 길어진 전기기계 작업으로 Hinkley Point C(이하 ‘HPC’) 프로젝트 비용이 2015년 기준 추정치인 250~260억 파운드(약 43~45조 원)에서 310~340억 파운드(약 54~58조 원)로 상향 조정되고, 가동 시점도 당초 예정된 2027년 대비 2~4년 지연된 2029년~2031년이 될 것이라고 전망함. 현재 물가 상승률 감안 시에는 HPC 프로젝트 비용은 460억 파운드(약 79조 원)에 달할 것으로도 전망
 - 한편, 영국 일간 경제신문인 Financial Times 보도(2024년 1월 24일)에 따르면 프랑스 정부는 HPC 프로젝트 건설 지연에 대한 EDF의 재정 부담을 완화하기 위해 영국 정부에

자금 조달을 요청했으나, 영국 정부는 EDF가 자금 조달 문제를 스스로 해결해야한다는 입장을 표명한 것으로 알려짐. EDF의 사업파트너인 중국 CGN이 HPC 원전 건설 지연에 따른 비용 인상분의 납부를 중단한 상황에서, EDF가 HPC 원전의 완공 비용을 자체 부담해야 할 가능성이 높아짐.

※ 2015년 10월 EDF와 CGN은 당시 사업비가 180억 파운드(약 31조 원)인 HPC 원전에 대해 각각 66.5%, 33.5% 지분율로 사업을 추진하기로 합의한 바 있음.

② 영국 Sizewell C 원전, 본격 건설단계 진입한 가운데 정부 추가 지원금 제공

- 2024년 1월 22일 영국 정부는 EDF Energy의 개발동의명령(Development Consent Order, DCO) 발동(1월 15일)에 따른 Sizewell C 프로젝트(3.2GW, PWR 2기)를 지원하기 위해 총 12억 파운드(약 2조 533억 원)가 넘는 기존 지원금 외에 13억 파운드(약 2조 2,244억 원) 규모의 추가 지원금 제공을 발표함.

※ DCO는 영국 계획법(Planning Act 2008)에 따라 영국 정부로부터 주요 국가기반시설 프로젝트(Nationally Significant Infrastructure Projects)로 분류되는 사업의 개발 허가를 취득하기 위한 수단이며 지방 정부의 승인을 포함함. 2022년 7월 영국 정부는 Sizewell C 원전(3.2GW, EPR 2기)의 개발동의서(Development Consent Order, DCO)를 최종 승인함.

※ 기존에 영국 정부는 Sizewell C 원전 지분 50% 매입을 위한 7억 파운드(약 1.1조 원) (2022년 11월), 착공 준비를 위한 5억 1,100만 파운드(약 8,744억 원)를 지원(2023년 7~8월)한 바 있음.

- 영국 정부는 추가 지원금 제공을 통해 Suffolk 부지 인근의 도로·철도 노선 개선과 같은 필수 인프라 작업 시행 및 프로젝트 일정 준수와 전체 비용 절감 달성을 기대함.

③ 영국 Sizewell C 원전 개발사, EDF Energy로 부터 원전부지 매입 위한 계약 체결

- 2024년 3월 25일 Sizewell C 신규원전을 위해 설립된 Sizewell C Ltd는 EDF Energy로 부터 Sizewell C 원전용 부지 매입 계약을 통해 해당 부지의 소유권을 취득했다고 발표함.

※ Sizewell C Ltd(전 NNB GenCo Ltd: 2014.10.28.~2023.6.12)는 EDF Energy Holding Ltd(80%)와 GB Gas Holding Ltd(20%)의 합작 기업인 NNB Holding Company Ltd의 자회사로, Sizewell C 원전의 설계, 조달, 제조, 건설, 시운전, 운영, 해체와 관련된 인허가 취득을 담당함.⁵⁷⁾

- 이번 발표는 Sizewell C 원전 프로젝트가 본격적인 건설단계에 진입한 가운데 이루어졌으며, Sizewell C Ltd는 해당 부지 매입을 통해 영국 원자력규제청(Office for Nuclear Regulation)의 원전 부지 허가 취득 요건을 충족했다고 밝힘.

④ 영국 대영원자력, Hitachi 소유의 Wylfa 및 Oldbury 부지 매입 계획 발표

- 2024년 3월 7일 영국 정부 산하 기관인 대영원자력(Great British Nuclear, GBN)은 신규 원전 건설 추진을 위해 일본 Hitachi로부터 Wylfa(웨일스 북부) 및 Oldbury-on-Severn(잉글랜드 남서지역) 부지를 1억 6천만 파운드(약 2,738억 원)에 매입한다고 발표함.

57) EDF Energy, NNB GENERATION COMPANY LTD Company Document

- Wylfa · Oldbury 부지에는 영구정지된 Magnox 원전이 위치하며, 현재 해체 작업이 진행 중인 상태로, GBN은 두 부지가 대형 원전 또는 SMR 부지로 활용 가능하다고 밝힘.⁵⁸⁾
- 2020년 9월 Hitachi는 Wylfa Newydd 원전 프로젝트(1,380MW, BWR)를 자금조달 문제로 철회함. 이후 2021년 1월 Wylfa 원전 추진을 위해 설립된 Horizon은 Wylfa Newydd 원전 인프라 건설 및 운영 계획 신청서를 철회해 프로젝트 활동을 공식적으로 종료함.

● 영국 정부, SMR · AMR 추진 현황

① 영국 정부, GEH에 BWRX-300 SMR 개발 지원금 제공

- 2024년 1월 25일 영국 에너지안보 · 탄소중립부(DESNZ)는 미국 SMR 개발업체인 GE Hitachi Nuclear Energy(GEH)에 BWRX-300 SMR(300MW, BWR) 개발 지원 목적으로 미래원자력활성화기금(Future Nuclear Enabling Fund, FNEF) 3,360만 파운드(약 575억 원)를 제공함.
- ※ 1.2억 파운드(약 2,055억 원) 규모의 FNEF는 영국 정부가 2050년까지 최대 24GW 규모의 원전 설비 확보 목표 달성을 위해 신규 원자력 프로젝트 추진 가속화 방안 중 하나로 조성한 기금임.
- GEH는 2023년 10월 DESNZ와 대영원자력(GBN)이 추진하는 SMR 기술개발 지원사업 공모에서 선정된 6개의 SMR 개발업체 중 하나로, 컨소시엄 파트너와 함께 FNEF 지원금 신청서를 제출했으며, 영국 중장비 엔지니어링 기업 Sheffield Forgemasters와의 잠재적인 영국산 철강단조 공급계약 관련 양해각서 체결을 맺어 영국 공급망을 개발 중임.

② 영국 정부, X-energy와 Cavendish에 AMR 개발 지원금 제공

- 2024년 4월 4일 영국 정부는 미국 X-energy UK Holdings와 영국 Cavendish Nuclear의 영국 내 최대 40기의 Xe-100 고온가스냉각로(200MWt/80MWe, HTGR) 도입 계획과 관련해 미래원자력활성화기금(Future Nuclear Enabling Fund, FNEF) 334만 파운드(약 57억 원)를 지원함.
- ※ X-energy UK Holdings는 미국 SMR 개발업체인 X-Energy Reactor Company가 전액 출자한 자회사이며, Cavendish Nuclear는 영국 방위산업체인 Babcock International이 전액 출자한 자회사임.
- X-Energy UK Holdings는 Xe-100 AMR의 일반설계평가(GDA)와 공급망 개발 지원을 목적으로 영국 정부에 FNEF를 신청한 바 있으며, X-Energy UK Holdings는 영국 정부 지원금 금액과 동일한 334만 파운드(약 57억 원)를 매칭해 총 668만 파운드(약 114억 원)를 영국 내 제조 및 공급망 기획 평가, 시공성 및 모듈화 연구, 핵연료 관리 등 HTGR 도입 계획 개발에 사용할 예정임.
- ※ 양사는 2030년대 초까지 Hartlepool 부지 인근에 12기로 구성된 발전소 건설을 계획하고 있으며, 장기적으로는 최대 40기의 Xe-100 건설을 통해 3,200MW 규모의 전력 및 8,000MW 규모의 다목적 고온 열 및 증기 공급을 목표로 하고 있음.

58) <https://www.onr.org.uk/sites/oldbury.htm> <https://www.onr.org.uk/sites/wylfa.htm>

- EDF Energy, 영국 5개 원전의 계속운전 위한 약 2.2조 원 규모 투자 계획 발표
 - 2024년 1월 9일 EDF Energy는 전력 공급 안정성을 목표로 2024~2026년에 걸쳐 가동 중인 5개 원전(Heysham A, Hartlepool A, Torness, Heysham B(이상 AGR), Sizewell B(PWR))에 13억 파운드(약 2.2조 원)를 추가로 투자한다는 계획을 발표함.
 - ※ EDF에 따르면, 2009년부터 지금까지 영국 원전 운영에 총 90억 파운드(약 15조 원)가 투입됨.
 - EDF는 검사 및 규제기관의 승인을 전제로 4개의 AGR 원전(Heysham A, Hartlepool A, Torness, Heysham B)의 계속운전을 목표로 설정하고, 올해 말 최종결정을 내릴 예정임.
 - ※ EDF Energy에 따르면 Hartlepool A 원전 및 Heysham A 원전은 2026년 3월까지 2년 계속운전이 시행될 계획이며, Heysham B와 Torness의 경우 2028년 3월까지, Sizewell B 원전은 2055년까지 20년 계속운전을 시행할 계획임.

■ 프랑스

■ 현황

- 프랑스는 2024년 4월 기준 총 56기의 원자로(총 발전용량 64,040MW)를 운영 중임. 또한 원자로 1기(1,650MW급 Flamanville 3호기)가 건설 중이며 신규 원전(EPR2 6기) 건설을 위한 행정 절차가 진행 중임. 영구정지된 원자로는 총 14기(총 6,080MW)⁵⁹⁾임.
- 2022년 프랑스의 총발전량은 472.7TWh이며, 발전원별 비중은 원자력 62%, 수력 11%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 13%, 가스 9%, 바이오매스 3%, 석탄 1%, 석유 1%임.⁶⁰⁾

■ 원자력 관련 주요 정책⁶¹⁾

- 후쿠시마 사고 이후 2012년 취임한 Holland 대통령은 녹색성장을 위한 에너지 전환법 제정(2015년 8월)을 통해 원전 의존도 축소 정책(2025년까지 발전 비중 50%로 축소, 원자력 설비용량을 63.2GW로 제한)을 추진하였으며, 2017년에 취임한 Macron 대통령은 원자력 발전 비중 감축(기존 75%에서 2035년까지 50%), 2035년까지 14기 폐쇄 계획을 발표함.
 - 실제로 프랑스에서 가장 오래된 원전인 Fessenhiem 1·2호기가 2020년 2월과 6월에 각각 영구정지됨.
- 그러나 2019년 프랑스 정부는 EPR2 6기 신규 건설을 위한 계획안 수립을 EDF에 요청

59) 영구 정지된 원자로의 용량은 연구로 포함 수치임.

60) Enerdata, Country Energy Report France, 2023.11.

61) World Nuclear Association, Nuclear Power in France, 2020.03.

<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx>

하였으며, 2020년 프랑스 전력계통 운영사인 RTE는 탄소중립 달성을 위한 보고서인 Energy Futures 2050을 통해 기존 및 신규 원전 활용 필요성을 제시함.⁶²⁾

- RTE 보고서에서는 2050년 전력수요 충족과 탄소중립 달성을 위한 재생발전설비의 대폭 확대를 전제로 하고, 원전 신규건설 여부를 기준으로 현재 운영 중인 원전 중 16기의 계속 운전, 2050년까지 8~14기의 신규 원전 가동, SMR 도입 등을 가정함.
- 2021년 10월 Macron 대통령은 산업 경쟁력과 미래 기술 개발을 위한 5개년 계획인 300억 유로(약 44조 원)⁶³⁾ 규모의 ‘프랑스 2030 투자 계획’을 발표하면서, 원자력 부문에서 ① SMR 프로젝트(NUWARD), ② 핵분열 및 핵융합 분야의 혁신 원자로 개발, ③ 폐기물 관리 혁신, ④ 핵연료 처리 및 재활용, ⑤ 원자력 부문 훈련을 지원하기 위해 10억 유로(약 1.4조 원) 투자 계획을 밝힘.
- 2022년 4월 연임에 성공한 Macron 대통령은 원전 확대 정책(EDF 재국유화, 최대 14기의 신규 EPR2 건설, 기존 원전 계속운전 시행)을 수행하고 있으며, 신규 원전 건설 가속화 절차 방안의 법제화를 추진함.
 - 프랑스 정부는 2022년 2월 최대 14기의 EPR2 원전 건설(6기 건설 확정 및 추가 8기 증설 검토) 계획을 발표하면서, 노르망디 지역 Penly 원전에 2기, 북프랑스 지역Gravelines 원전에 2기, Bugey 원전에 2기의 EPR2 노형을 적용한 원전 건설 계획을 확정함.
- 2023년 5월 프랑스 의회는 ‘기존 원전 부지 인근 신규 원전 건설 관련 절차 가속화 및 기존 원전 운영에 관한 법안’을 찬성 399표, 반대 100표로 최종 통과시킴.
- 2023년 6월 프랑스 에너지전환부·교육부·직업훈련부는 ‘프랑스 2030’ 투자 계획 및 원전 산업 부흥 정책의 일환으로 향후 10년에 걸쳐 원자력 훈련·연구 및 혁신 원자로 개발에 1억 유로(약 1,464억 원) 이상 투자한다는 계획을 발표함.
- 2024년 3월 프랑스 정부는 재처리시설 투자 및 재처리농축우라늄(ERU) 연료 장전으로 후행 핵연료주기 역량 강화 계획을 발표함.
 - 해당 계획은 ①2040년 이후 La Hague(Manche) 및 Melox(Gard) 재처리시설의 가동을 연장하는 지속가능성/복원력 프로그램 시행, ② La Hague 부지 내 혼합산화물(MOX) 연료 제조시설에 대한 연구 개시, ③2045/2050년까지 La Hague 부지 내 신규 사용후핵연료 재처리시설에 대한 연구 개시임.

■ 주요 이슈

- 프랑스 EDF, 계속운전 시행 추진

62) 에너지경제연구원, 세계 원전시장 인사이트, 프랑스의 2050 전력부문 탄소중립 달성을 위한 시나리오 및 과제 주요내용(2022.01.14.)

63) 프랑스 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,464원)

① 프랑스 EDF, 유럽 최초로 원전의 계속운전 시행 위한 녹색채권 발행

- 2023년 11월 28일 EDF는 원전의 계속운전 시행을 위한 자금 조달을 목적으로 유럽 최초로 10억 유로(약 1.4조 원) 규모의 선순위 녹색채권 발행을 시작함. 해당 채권은 10억 유로(약 1.4조 원) 규모, 3.5년 만기, 3.75% 고정 이자율로 발행되었고, 정산 및 인도는 프랑스 증권거래소(Euronext Paris)에서 채권이 거래되는 2023년 12월 5일에 이루어짐.
- EDF는 조달되는 자금을 2022년 7월에 개정된 자사의 녹색금융관리체계(Green Financing Framework)를 기반으로 40년 이상 가동한 기존 원전의 계속운전 시행에 필요한 투자금으로 활용할 계획임.

② 프랑스, 1,300MW 규모 원자로 20기의 계속운전 관련 공론화 절차 진행

- 프랑스 원자력 안전 투명성·정보 고등위원회(HCTISN)는 2024년 1월 18일부터 6월 30일까지 가동년수 40년에 다다른 1,300MW 규모의 원자로 20기의 계속운전 시행에 대한 공론화 절차를 진행해, EDF가 제안한 안전 조건에 대한 대중의 의견을 수렴할 예정임.
- 법적 구속력이 없는 이번 공론화는 원자로 20기(Bellevalle 1·2호기, Cattenom 1~4호기, Flamanville 1·2호기, Golfech 1·2호기, Nogent 1·2호기, Paluel 1~4호기, Penly 1·2호기, St Alban 1·2호기)의 제4차 PSR의 일반(generic) 단계에 중점을 두고 있으며, Paluel 1호기는 2026년부터 제4차 PSR 제도를 거치는 첫 번째 원자로가 될 예정임.
- ※ 프랑스는 원전의 운영허가 기간의 제한을 두지 않고 10년마다 PSR 제도를 활용해 계속운전을 허용하고 있음. PSR 제도는 동일 유형의 원자로에 대한 일반(generic) 단계를 거쳐 각 호기별 특정(specific) 단계로 순차적으로 수행됨.
- 본 공론화 절차에는 HCTISN 외에도 EDF, ASN, 방사선방호원자력안전연구소(IRSN), 전국지역정보위원회연합(ANCCLI), 지역정보위원회(CLI)가 참여함.

● 프랑스 정부·EDF, 신규 EPR2 원전 프로젝트 추진

① EDF, 신규 Penly 원전 콘크리트 타설 작업 시점 2027년으로 설정

- EDF는 2024년 중반에 프랑스 북부 Penly 부지에 신규 원전 건설 준비 작업을 시작할 예정이며, 첫 콘크리트 타설 목표 날짜를 2027년으로 설정함. EDF는 해당 부지 작업 준비를 위해 설계 및 계약 작업을 가속화하고 공개 협의 절차도 시작함.
- 2023년 11월 17일 EDF는 프랑스 토목건설업체 Eiffage의 자회사 Eiffage Génie Civil에 40억 유로(약 6조 원)가 넘는 규모의 토목공사를 발주함. Eiffage은 원자로 격납 건물, 터빈 홀 건물, 6층짜리 운영 건물 등을 포함한 69개의 구조물 건설을 위한 토목 공사 작업을 시행할 예정임.

② 프랑스 정부, 에너지주권법안 초안을 통해 신규 EPR2 8기 추가 건설 제안⁶⁴⁾

- Agnes Pannier-Runacher 프랑스 에너지전환부 장관은 주간지 La Tribune Dimanche

와의 인터뷰(2024.1.7.)를 통해 기존에 계획한 6기의 EPR2에 추가 8기의 EPR2을 건설하기 위한 에너지 주권 법안(Projet de loi relatif à la souveraineté énergétique) 초안을 작성했다고 밝힘.

- Pannier-Runacher 장관에 따르면, 2035년까지 화석연료 비중 감축(기존 60% → 40%)을 위해서는 2026년 이후로 8기의 EPR2에 해당하는 13GW 규모의 신규 원전 설비가 필요함.

③ EDF, 신규 EPR2 6기 건설 비용 추정치 약 99조 원으로 상향 조정

- 프랑스 경제일간지 Les Echos의 단독 보도(2024년 3월 4일)에 따르면, EDF는 EPR2 신규 원자로 6기 건설 비용 추정치를 엔지니어링 · 건설 비용 증가로 기존 517억 유로(2021년 4월 기준)(약 76조 원)에서 674억 유로(약 99조 원)로 30% 상향조정함.
- EDF는 리모델링된 EPR 노형의 일반 계획을 마무리하는 데 추가 9개월이 연장되어 엔지니어링 비용이 증가했고, 특정 기자재 제조나 주요 계약 체결을 확보하기 위한 첫 번째 입찰 모집으로 인한 건설 비용도 증가했다고 밝히면서, 위험 및 우발 상황에 대비한 50억 유로(약 7조 원)규모의 신규 충당금 마련도 추가되었다고 덧붙임.
- 프랑스 원자력안전청 ASN, Flamanville 3호기 시운전 승인 결정을 위한 공론화 진행
 - ASN은 올해 여름 전력망 연결을 목표로 Flamanville EPR 3호기(1,650MW, PWR)의 시운전 승인을 결정하기 위해 3월 27일부터 4월 17일까지 3주간 공론화를 진행함.
 - ASN은 해당 원자로의 시운전 승인과 관련해 중국(Taishan 원전), 핀란드(Olkiluoto 3호기), 영국(Hinkley Point C 원전)의 EPR 사례에 대한 피드백을 모니터링도 수행함.
 - ※ Flamanville 3호기는 중국 Taishan(2018년, 2019년), 핀란드 Olkiluoto(2022년)에 이어 네 번째로 가동되는 EPR 원자로임.
 - Flamanville 3호기 프로젝트는 2007년 12월 착공에 들어가 당초 2013년 가동을 목표로 했으나, 후쿠시마 사고 이후 신규 안전규제 도입 및 부품 결함, 코로나19 등으로 공기 지연과 그에 따른 비용초과(2004년 기준 30억 유로(약 4.3조 원) → 2022년 말 기준 132억 유로(약 19조 원))가 발생하였음.
- 프랑스 정부, 핵분열 · 핵융합 분야 혁신원자로 개념설계 개발 프로젝트 공모 진행⁶⁵⁾
 - 프랑스 정부는 신규 원자력 스타트업이 주도하는 핵분열 및 핵융합 분야의 생태계 개발을 지원하기 위해, 3차례에 걸친 혁신원자로 개념설계개발 프로젝트 공모(AAP)를 시행해 총 11개 업체(핵융합로 개발업체 2개, AMR 개발업체 9개)에 1억 2,990만 유로(약 1,903억 원)를 지원함.

64) <https://www.nucnet.org/news/energy-minister-says-draft-law-has-been-prepared-for-construction-of-eight-more-nuclear-reactors-1-1-2024>

65) <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/actualites/appele-projets-reacteurs-nucleaires-innovants-annonce-des-nouveaux-laureats>

- 2022년 3월 2일부터 2023년 6월 28일까지 진행된 AAP는 프랑스 2030 투자 계획의 일환으로 프랑스 원자력·대체에너지 위원회(CEA)의 지원을 받아 프랑스공공투자은행(Bpifrance)이 담당함.

표 프랑스 정부의 핵분열·핵융합 분야 혁신원자로 개념설계 개발 프로젝트 지원 내용

구분	지원금 및 지원 대상
1차 공모 기업 선정 ⁶⁶⁾ (2023년 6월 발표)	<ul style="list-style-type: none"> · 총 2,490만 유로(약 365억 원) ① Naaréa(프랑스): 80MWh/40MW 규모의 용융염로 개발 ② Newcleo(영국): 30MW 규모의 납냉각로 개발
2차 공모 기업 선정 ⁶⁷⁾ (2023년 11월 발표)	<ul style="list-style-type: none"> · 총 7,720만 유로(약 1,131억 원) ① Jimmy Energy SAS(프랑스): 20MWh 규모의 고온로 개발 ② Renaissance Fusion SAS(프랑스): 1GW 규모의 스텔러레이터(stellarator) 유형의 핵융합로 개발 ③ Calogena(프랑스): 30MWh 규모의 경수로 개발 ④ HEXANA(프랑스): 300MW 규모의 소듐냉각고속로 개발 ⑤ Otrera Nuclear Energy(프랑스): 184MWh/110MW 규모의 소듐냉각고속로 개발 ⑥ Blue Capsule(프랑스): 150MWh/50MW 규모의 소듐냉각로 개발
3차 공모 기업 선정 ⁶⁸⁾ (2024년 3월 발표)	<ul style="list-style-type: none"> · 총 2,780만 유로(약 408억 원) ① Stellaria(프랑스): 250MWh/110MW 규모의 초소형 용융염원자로 개발 ② Taranis(프랑스): 1000MWh 규모의 핵융합로 개발 ③ Thorizon(네덜란드): 250MWh/100MW 규모의 용융염원자로 개발

자료: THE DIRECTORATE GENERAL FOR ENTERPRISE 보도자료 정리, Sten 기사(2024.3.26.)

■ 러시아

■ 현황

- 러시아는 2024년 4월 기준 총 37기의 원자로(총 발전용량 29,576MW)를 가동하고 있으며, 총 4기의 신규 원자로(4,029MW)를 건설 중임. 영구정지된 원자로는 총 10기(총 4,278MW)임.
- 2022년 러시아의 총발전량은 1,166TWh이며, 발전원별 비중은 가스 45%, 원자력 19%, 수력 17%, 석탄 17%, 석유 1%임.⁶⁹⁾

66) <https://www.gouvernement.fr/actualite/france-2030-accelere-le-nucleaire-de-demain-en-misant-sur-la-formation-et-l-innovation>

67) <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/actualites/annonce-nouveaux-laureats-appel-projets-reacteurs-nucleaires-innovants>

68) <https://www.entreprises.gouv.fr/fr/actualites/appel-projets-reacteurs-nucleaires-innovants-annonce-des-nouveaux-laureats>

69) Enerdata, Country Energy Report Russia, 2023,11.

■ 원자력 관련 주요 정책 70)

- 1986년 체르노빌 사고 이후 주춤했던 러시아의 원전 정책은, 90년대 보리스 옐친 전 대통령의 ‘연방 목표 프로그램’을 근거로 2000년부터 본격 추진됨.⁷¹⁾ 이에 따라 2000년 경 원전 건설이 재개됨.
 - 이에 따라 건설이 중단되었던 Rostov 1호기가 첫 번째로 2001년에 시운전을 시작하였고, 2004년 Kalinin 3호기, 2010년 Rostov 2호기, 2011년 Kalinin 4호기가 차례로 가동을 시작함.
 - 2009년 7월에는 자국 원자력 설비용량을 당시 23.1GW에서 2020년 43.4GW로 확대한다는 계획을 발표함.⁷²⁾
- 2020년 4월 푸틴 대통령은 에너지 안보를 위해 2024년까지 원자력 부문의 엔지니어링, 기술, 연구 개발에 관한 종합 프로그램 개발을 내각에 지시함.
 - 원자력 종합 프로그램은 순환 핵연료 주기에 기반한 원자력 기술 개발, 핵융합과 플라즈마 기술 개발, 소규모원전을 포함한 참조형(reference) 원전의 설계 및 건설을 포함함.
- 2021년 9월 Rosatom은 1970년대에 건설된 기존 원전을 2035년까지 신규 원자로 15기 (각 1,200MW, 3세대+)로 대체할 계획이라고 발표함.
- 2021년 10월 6일 러시아 정부는 2060년까지 탄소중립 목표 달성을 위한 신규 탄소중립 전략계획 초안을 작성함.
 - 해당 문서에서는 기존의 석탄발전 위주의 발전원을 원자력, 수력, 재생에너지로 전환하여, 2050년까지 2019년 대비 탄소배출량 60% 감축을 목표로 하고 있음.

■ 주요 이슈

- 러시아 Rosatom, Leningrad 7호기 착공
 - 2024년 3월 15일 Rosatom에 따르면, VVER 1200 노형이 적용된 Leningrad 7호기 (1,199MW, PWR)가 콘크리트 타설을 시작으로 본격적인 공사에 들어갔음. Rosatom은 Leningrad 7호기의 연료장전을 2029년, 상업운전을 2030년으로 계획함.
 - 러시아 북서부 St.Petersburg 인근에 위치한 총 4,376MW 규모의 Leningrad 원전은 러시아 최대 규모의 원전 중 하나로 St. Petersburg와 Leningrad 지역 전력 수요의 55% 이상을 담당하고 있음.

70) World Nuclear Association, Nuclear Power in Russia, 2020.04.

<https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power.aspx>

71) Bellona, Russian Nuclear Power 2018

72) Bellona, Russian Nuclear Power 2018

- 러시아 원자력규제기관, Balakovo 4호기 계속운전 승인
 - 2023년 12월 22일 러시아 환경기술원자력안전청인 Rostekhnadzor은 원자력 개발을 위한 연방 목표 프로그램의 일환으로 1993년 12월에 상업운전을 시작한 VVER-1000 노형의 Balakovo 4호기(1,000 MW, PWR)에 대해 2051년까지 28년 동안 유효한 계속운전 시행을 승인함.
- Kursk 1호기 사용후핵연료 인출 작업 완료 및 Kursk 2호기 영구정지
 - 2023년 11월 러시아 Kursk 원전은 Kursk 1호기(1,000MW, RBMK(흑연감속 비등경수 압력관형 원자로))의 원자로 노심에서 마지막 사용후핵연료를 인출해 해체 1단계를 완료함.
 - Kursk 1호기는 45년 가동 후 2021년 12월에 영구정지되어 2022년 7월 사용후핵연료 인출 작업을 시작했으며, 일부 사용후핵연료의 경우 재연소를 위해 가동 중인 Kursk 3·4호기(각 1,000MW, RBMK)로 이송함.
 - 한편, 2024년 1월 31일 Rosatom은 RBMK인 Kursk 2호기(1,000MW, LWGR(흑연냉각 경수로))가 설계수명 만료로 45년의 가동을 마치고 영구정지했다고 발표함.
 - ※ 현재 VVER- TOI 노형이 적용된 Kursk II 원전이 설계수명이 다한 Kursk 원전의 RBMK 3기 대체를 위해 건설 중에 있음. Kursk II 1·2호기(각 1,255MW, PWR)는 각각 2018년 및 2020년에 착공에 들어가 2020년대 중반에 상업운전 예정임.
- Rosatom, 지상형·부유식 SMR 도입 추진
 - ① Rosatom, 시베리아 Norilsk 지역 내 소규모 지상형 SMR 도입 가능성 검토
 - 2023년 11월 13일 Rosatom은 러시아 니켈·팔라듐 채굴 및 제련업체인 Norilsk Nickel과 Norilsk 산업 지역 내 니켈 생산 시설 전력 공급을 위한 저전력 지상형 SMR 건설 협정을 체결해, 2030년대 가동을 목표로 한 지상형 SMR 후보부지 선정과 SMR 건설·운영에 필요한 인프라 구축 방안을 검토할 계획임.
 - ※ Norilsk는 시베리아 중부의 Krasnoyarsk 지방 Taymyr 자치구에 위치한 인구 18만 명이 넘는 세계 최북단 도시로, 해당 산업 지역의 전력망은 러시아 전체 전력망에서 분리된 상태임.
 - Rosatom은 최신 RITM-400(80~90MW, PWR) 노형 기반의 SMR 발전소가 이번 프로젝트에 적합할 것으로 전망함.
 - ※ RITM-400 노형은 쇄빙선, 부유식 원전, 지상형 원전에 활용되는 RITM-200(55MW, PWR) 노형의 개량형 모델임.
 - ② Rosatom, 프리모르스키 변경주(Primorsky Krai) 정부와 부유식 원전(OFPU) 도입 관련 협정 체결
 - 2024년 3월 26일 Rosatom은 프리모르스키 변경주 정부와 최대 4기의 RITM-200 SMR로 이루어진 부유식 원전(OFPU) 도입을 위한 타당성조사 및 부지 선정 협정을 체결함.

- 러시아 전력계통운영사는 2029~2030년까지 해당 지역에 최소 1.35 GW 규모의 전력이 필요할 것으로 추정하였으며, 이에 프리모르스키 변경주는 안정적인 전력 공급을 위해 4기의 부유식 원전 도입을 고려하고 있지만, 중기적으로 지역 발전을 위해 600 MW 규모의 2기의 원전 건설도 필요하다고 밝힘.
- 현재 Rosatom은 2020년부터 러시아 북동부 Chukotka 자치구 내 Pevek 시에서 상업용 부유식 원전인 Akademik Lomonosov(각 35MW, KLT-40S 2기)를 가동 중이며 2027년 말 가동될 Baimskaya 구리 채광·제련시설의 전력 공급을 목적으로 RITM-200이 장착될 신규 부유식 원자로 4기(1~3호기 발전용, 4호기 백업용)를 개발 중임.

■ 핀란드

■ 현황

- 핀란드는 2024년 4월 기준으로 착공 약 18년 만에 상업운전을 시작한 Olkiluoto 3호기(1,720MW, PWR)를 포함해 총 5기의 원자로(총 발전용량 4,562MW)를 운영 중임. 한편, 러시아 VVER 노형이 적용된 Hanhikivi 1호기(1,400MW) 건설 프로젝트는 취소됨.
- 2021년 핀란드의 총 발전량은 71.8TWh이며, 발전원별 비중은 원자력 33%, 바이오매스 20%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 12%, 수력 22%, 가스 5%, 석탄 8%임.⁷³⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 핀란드는 2019년 발표한 2035년까지 탄소중립국으로의 전환 계획에 원자력을 포함함.
 - 이에 따라 2029년 5월까지 석탄 발전소는 단계적으로 폐쇄되며, 원자력의 경우 기존 원전의 계속운전과 신규 원전이 추진될 예정임.
- 핀란드는 세계 최초로 2020년대 중반 가동을 목표로 사용후핵연료 최종처분장을 건설 중임.
 - 핀란드의 원자력에너지법은 원전에서 발생한 모든 방사성폐기물의 영구 처분을 명시하고 있으며, 이에 따라 2000년 남서부 해안 도시 Eurajoki를 선정하였고, 2001년에 핀란드 의회가 원칙결정(decision-in-principle)을 승인함. 2013년 12월 Posiva는 고용경제부에 건설 허가신청서를 제출해 2015년 핀란드 정부로부터 승인을 취득함.
 - 최종 처분시설은 2016년 말 착공에 들어가 2020년대 중반에 운영될 예정으로, 약 6,500톤의 사용후핵연료를 약 10만년 동안 지하 455미터 깊이의 터널에 저장할 수 있는 규모임.
- 2022년 5월 연합정부의 외무부, 내무부, 환경·기후부를 담당하는 핀란드 녹색당(Vihreät De Gröna)은 2023~2027 녹색당 공약을 통해 친원전 입장을 표명하며, 계속

73) Enerdata, Country Energy Report Finland, 2023.04.

운전 실시, SMR 승인 절차 간소화를 위한 원자력법 개정, Hanhikivi 원전 프로젝트를 대체할 안정적인 저탄소 기저부하 전원 공급 방안을 제시함.

■ 주요 이슈

- 핀란드 Fortum, 자사의 녹색금융관리체계 수립 및 신규 원전 부지 후보 공개
 - 2024년 1월 22일 핀란드 전력사 Fortum은 자사의 지속가능한 개발 목표를 자금조달과 결합한 녹색금융관리체계(Green Finance Framework)를 수립하였으며, 이에 따라 녹색 채권·대출을 통해 2022년 7월 유럽의회가 최종 승인한 유럽연합 집행위의 EU 분류체계(Taxonomy) 보완 위임법률 기준에 부합하는 원자력 프로젝트에 대한 자금 조달이 가능하게 됨.
 - 한편, 같은 날 Fortum은 대형원전 또는 SMR 건설을 위한 후보 부지로 핀란드의 Loviisa 원전 및 철강제조업체 Outokumpu의 생산제조시설 인근 부지와 스웨덴의 원자력 기술서비스공급업체인 Studsvik 인근 산업부지(Nyköping)를 검토 중이라고 밝힘.
 - ※ Fortum은 2022년 11월부터 2024년까지 핀란드 및 스웨덴 내 대형원전·SMR 건설 가능성을 검토하기 위해 원전 도입의 타당성 조사를 시행 중이며, 영국 Rolls-Royce SMR, 프랑스 EDF, 스웨덴 Kärnfull Next, 핀란드 Helen 및 Outokumpu 등 SMR 관련 기업들과 협력을 활발히 추진 중임.
- 핀란드 정부, Olkiluoto 1·2호기 계속운전 및 출력증강을 요청한 TVO의 환경영향평가(EIA) 보고서 검토 의견 발표
 - 2024년 4월 25일 핀란드 경제고용부(TEM)는 전력사인 TVO가 Olkiluoto 1·2호기(각 890MW, BWR)의 10~20년 계속운전 및 출력증강(기존 890MW → 약 970MW)을 위해 제출한 환경영향평가(EIA) 보고서를 검토한 후, 해당 보고서가 EIA 법령에 명시된 요건을 충족한다고 밝힘.
 - TEM에 따르면, 공론화(2024년 1월 23일~3월 25일) 결과 해당 보고서 내용이 포괄적이고 충분하다는 의견과 함께 냉각수로 인한 해수 온도 상승, 기후 변화에 따른 위험, 방폐물 관리, 에너지 시장 문제도 거론되었음. 또한 국경간의 환경훼손이 예상되는 계획에 대해 환경영향평가 실시하도록 하는 Espoo 협약에 따라 EIA 보고서에 대한 국제 협의도 진행되었음.
 - TVO는 2024년 8월 TEM에 평가 보고서를 제출할 예정이며, EIA 보고서 및 검토 결과는 운영허가 신청서에 첨부될 예정임.
 - 현재 핀란드 전력 수요의 15%를 공급하는 Olkiluoto 1·2호기는 각각 1979년과 1982년에 상업운전을 시작했으며, 2038년에 운영허가 만료를 앞두고 있음. 2018년 9월 핀란드 정부는 2018년 말까지 유효했던 두 호기의 운영허가 기간 20년 연장을 승인한 바 있음.

- 핀란드 원자력규제기관, 정부에 사용후핵연료 최종처분시설 운영허가 검토 기간 1년 연장 요청
 - 2024년 1월 18일 핀란드 방사선원자력안전청(STUK)은 방사성폐기물 관리회사인 Posiva의 사용후핵연료 최종처분시설(Onkalo) 운영 허가 신청서에 대한 의견 제출을 당초 마감기한인 2023년 말에서 2024년 말로 1년 연장해달라고 핀란드 경제고용부(TEM)에 요청함.
 - ※ 2021년 12월 30일 Posiva는 Olkiluoto · Loviisa 원전에서 발생한 사용후핵연료의 최종 처분을 목적으로 Onkalo 및 밀봉시설 운영 허가 신청서를 핀란드 정부에 제출함. 해당 신청서는 2024년 3월부터 2070년 말까지 두 시설의 운영을 목적으로 함.
 - STUK는 해당 신청서의 안전성 평가에 필요한 검토 자료가 방대한 점과, Posiva에 일부 자료 개정을 요청해 검토 작업이 예상보다 오래 걸린 점이 연장 이유라고 밝힘.

■ 스웨덴

■ 현황

- 2024년 4월 기준 총 6기(7,184MW)를 운영 중이며, 건설 중 원자로는 없음. 총 13기의 원자로 중 현재까지 7기(4,268MW)가 영구정지됨.
- 2022년 스웨덴의 총발전량은 172.8TWh로 이 중 원자력이 29.8%, 수력 40.4%, 풍력 19%를 차지함.⁷⁴⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 9월 28일 스웨덴 정부는 기존 환경법에 명시된 가동 원전 기수 상한(10기)의 폐지, 기존 원전 부지(Forsmark 원전, Ringhals 원전, Oskarshamn 원전) 이외의 신규 부지에 원전 건설 허용, SMR 건설·도입 규정 수립이 명시된 환경법 개정안을 의회에 제출했으며, 해당 법안은 2023년 11월 29일 승인, 2024년 1월 1일 발효됨.
 - 스웨덴 우파 연정은 2022년 10월 이전 정권의 에너지 정책인 ‘재생에너지 발전 100% 시스템’을 ‘비화석 연료 100% 시스템’으로 변경하고, 단계적 원전 폐지를 철회한다는 입장을 표명하였고, 2023년 1월 11일에는 Ulf Kristersson 총리와 Romina Pourmokhtari 기후·환경부 장관이 신규 부지 원자로 건설 금지와 원자로 가동 기수를 10기로 제한한 현행 환경법 조항의 폐지·개정을 공식 제안함.
 - 2023년 9월 스웨덴 정부는 의회에 신규 원전 건설을 허용하는 환경법 개정안을 제출했고, 2023년 11월 29일 의회가 환경법 개정안을 승인하며 기후 문제로 인한 화석연료의 단계적

74) Enerdata, Country Energy Report Sweden(2023.09.)

폐지 필요성과 전력 수요 증가를 이유로 무탄소 발전원인 원자력이 전원구성에서 상당한 비중을 차지할 것이라는 정부의 평가에 동의한다고 밝힘.

- 2024년 3월 19일 스웨덴 정부는 새로운 에너지정책안을 의회에 제출했다고 발표함.⁷⁵⁾
 - 스웨덴 정부는 전기화의 가속화, 녹색 이행 실현을 위해 2045년까지 최소 300TWh의 전력 수요를 만족할 전력시스템계획이 필요할 것으로 상정하면서, 새로운 정책안에서 청정에너지 확대를 위해 약 10기의 원자로 신설이 필요하고, 최소 2035년까지 2.5GW의 원자력발전용량을 확보하겠다고 밝혔으며, 국내 각 지역의 전력 수요를 명확히 파악하고 2030년 이후 2045년까지 5년마다 전력 수요에 대한 정기적인 평가를 시행하겠다는 계획도 밝힘.
 - ※ 스웨덴은 2030년까지 GHG 배출량을 2005년 대비 59% 감축, 2045년까지 탄소중립 달성을 목표로 세우고 있음.
- 스웨덴의 발전사업자인 Vattenfall은 향후 급증하는 전력 수요 충족을 위해 Ringhals 원전 인근에 최소 2기의 SMR을 건설하기 위한 타당성 조사를 2023년부터 진행 중이며 2024년 초까지 타당성 조사를 완료할 것으로 예상함.⁷⁶⁾
 - Vattenfall은 영구정지한 Ringhals 1·2호기 교체 가능성, 기존 전력망 인프라 보유, 지역 주민의 원전 수용성을 갖춘 Ringhals 원전 인근 부지가 SMR 건설 부지로 적합하다고 판단함.
- 스웨덴 원전에서 발생하는 모든 방사성폐기물에 대한 처분 시행 주체인 SKB는 현재 Forsmark 원전 인근에서 2030년대 가동을 목표로 고준위방폐물 심지층 처분 시설 건설을 준비 중임.⁷⁷⁾
 - 현재 원전 내 저장수조에 임시 보관된 사용후핵연료는 소외 집중식 사용후핵연료 중간저장 시설(Central Interim Storage Facility for Spent Nuclear Fuel, 이하 'Clab')로 이송해 최소 30년 저장된 후 밀봉되어 최종처분시설에서 처분될 예정임.
 - 스웨덴 방사성폐기물관리회사인 SKB는 2016년 기존 Clab의 포화를 막고자 저장용량을 8,000톤에서 10,000톤으로 증설하는 신청서를 스웨덴 토지·환경법원에 제출했고, 2022년 6월 22일 스웨덴·환경 법원이 해당 신청을 승인함.

75) JETRO, 『政府がエネルギー政策の新たな方向性提案』 原子力新設可能性にも言及(2024.03.28.)

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/03/32875164b6c9c0f1.html>

스웨덴 정부, Energipolitikens nya inriktning(2024.03.19.)

<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2024/03/energipolitikens-nya-inriktning/>

76) 電気事業連合会, 『[スウェーデン] Vattenfall』 リングハルス原子力発電所へSMR設置を検討(2022.07.14.)

https://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1260844_4115.html

77) 원문: "The Spent Fuel Repository "SKB hopes to be able to start work on the construction in the early 2020s and reckons that the Spent Fuel Repository can then be ready to start operations about ten years later" SKB 웹사이트 최종 검색 (2022.11.02.)

<https://www.skb.com/future-projects/the-spent-fuel-repository/>

原子力産業新聞, 『スウェーデン政府』 SKBの使用済燃料最終処分場計画に建設許可発給へ(2022.01.28.)

※ 스웨덴 토지·환경 법원은 환경법(Environmental Code)을 기반으로 원자력 시설에 대한 인허가 발급 및 조건을 결정함.

- 중·저준위 방사성폐기물 처분시설(SFR)의 경우 방폐물 수용 능력 향상을 위해 증설할 계획으로 2023년 4월 SKB가 방사선안전청(SSM)에 증설될 중·저준위 방사성폐기물 처분시설(SFR)의 건설 및 운영허가 취득을 위한 신청서를 제출함.
 - SKB는 1988년부터 Forsmark에 소재한 SFR(최종 처분용량 약 63,000m³)을 운영 중이나, 자국 원자로 6기에서 발생하는 방폐물 저장을 위해 2014년 저장용량을 기존 대비 3배 증설(약 200,000m³)하는 계획이 담긴 신청서를 관련 당국에 제출함.
 - 이후 해당 계획과 관련해 2021년 12월 정부 승인을 받았고, 2022년 12월에는 스웨덴 토지·환경법원으로부터 증설 부문에 대한 환경 허가를 취득함. SSM이 이번 신청서를 심사한 후 허가하면 SKB는 증설 부문의 건설을 시작할 수 있음.
 - 2022년 9월 발표한 SKB의 '방사성폐기물 관리 및 처분방법에 관한 연구개발실증프로그램 2022'에 따르면 SKB는 SFR 증설 부문의 건설 개시를 2020년대 중반, 2030년 운영 개시를 계획 중임.⁷⁸⁾

■ 주요 이슈

- 스웨덴, 원자력 확대 위해 프랑스와 협력 강화⁷⁹⁾
 - 2023년 12월, Ebba Busch 스웨덴 부총리 겸 에너지부 장관은 Agnès Pannier-Runacher 프랑스 에너지부 장관과 원자력에서 장기적인 협력 관계를 구축하기 위한 의향서를 체결함.⁸⁰⁾
 - 스웨덴은 원자력 분야에서 경험이 풍부한 프랑스와 협력해 2045년까지 대형 원자로 최대 10기분의 발전설비를 추가하는 데 필요한 자금 조달 모델 관련 경험·지식을 공유하고, 기존 원자로의 출력 증강과 운전기간의 연장, 유지·보수 등에서 경험·지식을 공유하는 등 양국 원자력산업계의 협력을 촉진하기로 합의함.
- 스웨덴 원자력기업, 핀란드 Fortum과 신규 원전 건설 관련 양해각서 체결
 - 2023년 11월, 스웨덴 원자력기술서비스공급업체 Studsvik는 핀란드 전력사인 Fortum과 남동부 해안 Nyköping 인근 산업부지에 신규 원전 건설 가능성 검토를 위한 양해각서(MOU)를 체결함.

78) SKB, Ansökan för SFR är nu inlämnad till SSM(2023.04.03.)

<https://skb.se/nyheter/ansokan-for-sfr-ar-nu-inlamnad-till-ssm/>

RWMC, 스웨덴에서 SKB社가 短寿命低中レベル放射性廃棄物処分場の拡張部分の建設認可を申請(2023.04.07.)

<https://www2.rwmc.or.jp/nf/?p=30274>

79) 原子力産業新聞, 스웨덴 原子力拡大に向けフランスとの協力強化(2023.12.26.)

80) 原子力産業新聞, 스웨덴 原子力拡大に向けフランスとの協力強化(2023.12.26.)

- 해당 MOU는 Fortum이 2022년 11월부터 2024년까지 핀란드 및 스웨덴 내 대형 원전 · SMR 건설 가능성을 검토하고자 시행 중인 타당성 조사의 일환으로 체결됨.

■ 체코

■ 현황

- 2024년 4월 기준 Dukovany 원전에서 4기(총 2,000MW, PWR)과 Temelín 원전(2,164MW, PWR)에서 2기 총 6기(4,164MW, PWR)를 가동 중이며, 2024년 1월부터 Dukovany 원전과 Temelín 원전에 각 2기씩 증설할 것을 고려하여 최대 4기 건설에 대한 입찰을 진행 중임.
- 2022년 체코의 총발전량은 84.7TWh로 이 중 원자력은 36.6%, 석탄 43.8%, 수력 3.6%, 태양광 2.9%를 차지함.⁸¹⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 현행 에너지 전략은 산업무역부*가 2015년 승인한 ‘국가에너지정책(State Energy Policy)’을 기반으로 하며, 2023년 4월 12일 산업무역부 장관은 올해 말까지 원전에 중점을 둔 신규 장기에너지 전략이 수립 · 채택되어야 한다고 언급해 정책 변화가 예상됨.⁸²⁾

※ 체코 에너지 정책과 원자력 관련 행정은 산업무역부(Ministry of Industry and Trade)가 담당함.

- 2015년 수립한 국가에너지정책에서는 당시 총발전량에서 약 30%를 차지했던 원전을 2040년까지 46~58%로 확대하겠다고 밝힘. Dukovany 원전의 추가 원자로 건설 계획도 산업무역부와 재무부가 이 정책을 토대로 작성한 ‘원자력에너지에 관한 액션 계획(National Action Plan for the Development of Nuclear Energy)’을 내각이 2016년 6월 승인한 데 따른 것임.⁸³⁾

※ 2020년 1월 EU에 제출한 국가 에너지 · 기후계획(National Energy and Climate Plan, NECP) 최종본 역시 2015년 국가에너지정책과 2017년 환경부가 수립한 기후보호정책을 토대로 작성되어 2030년까지 온실가스배출량을 2005년 대비 30% 감축, 총발전량에서 원전 비중은 2016년 29%에서 2040년에 46~58%까지 확대하는 목표를 제시함.⁸⁴⁾

- 2022년 1월 체코 정부는 원자력과 분산형 재생에너지를 주요 전원으로 구성하고 2033년까지 단계적으로 석탄발전 설비를 폐지하는 정부 프로그램 성명서를 발표함.⁸⁵⁾

81) Enerdata, Country Energy Report Czech Republic(2023.07.)

82) New Czech nuclear power based energy strategy to be finalized by year-end (Platts,2023.04.13.)
KNA, 원자력 기반의 체코 신규 에너지 전략, 올 연말까지 구체화될 예정(2023.04.14.)

83) 公益財団法人原子力安全研究協会, 令和2年度 文部化学省 委託調査事業 原子力平和利用確保調査(諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査) 成果報告書(2021.03.)

84) 체코 정부, Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu(2020.01.04.)

- 2023년 6월 16일 산업부 장관은 현재 국가에너지정책을 개정 중이라고 밝히며, 2050년 까지 원전과 재생에너지가 중요한 역할을 담당하게 될 것이라는 전망을 제시함.⁸⁶⁾
- 2023년 9월 1일에는 체코 총리가 청정에너지원인 원자력을 지속적으로 활용해야 하며 향후 최대 4기(Dukovany 5호기 포함)의 원자로가 필요하다고 발언함.⁸⁷⁾
- 2024년 1월 31일, 체코 정부는 Dukovany 원전에 최소 1기(1,200MW 규모) 건설에 대해 2022년 11월부터 진행한 입찰 내용을 Dukovany 원전에 2기, Temelin 원전에 2기 증 설을 고려한 총 4기 건설로 변경하고, 입찰 대상도 EDF, 한국수력원자력으로 한정함. 4기로 변경한 입찰 대상에서는 Westinghouse가 체코 정부가 제시한 필요조건을 만족 하지 못해 제외됨.
 - 기수 변경에 대해 Petr Fiala 총리는 1기에 대한 입찰 결과, 1기 건설보다 최대 4기를 일괄 건설 계약하는 것이 1기당 비용을 최대 25% 절감할 수 있다고 언급하며, 공급업체 선정 및 정확한 신규 기수는 재입찰 시행 후 결정할 계획이라고 밝힘.
 - 향후, EDF와 한수원은 4월 30일까지 구속력 있는 입찰서를 제출할 계획임. 이후 Dukovany 원전 추가 건설 사업 준비·시행을 맡은 ČEZ 자회사인 Elektrárna Dukovany II(EDU II)가 체코 정부에 6월 15일까지 평가 보고서를 제출한 후 한 달간의 정부 검토를 거쳐 공급업체가 확정될 예정임.
 - 한편, 체코 정부는 당초 Dukovany 원전에 증설할 1기를 2036년에 시운전할 계획이었으며, 증설 기수를 변경해 입찰을 재추진하더라도 해당 계획에 미치는 영향은 없음.
- SMR과 관련해 ČEZ는 2023년 2월 27일 SMR 최초 호기를 10년 내에 건설하고, 추가 2기를 2040년까지 가동할 계획이라고 발표함.⁸⁸⁾
 - 2022년 3월 ČEZ는 체코 최초 SMR 건설 부지로 남보헤미아주에 위치한 Temelín 원전 (총 2,056MW, PWR 2기)부지를 선정하여 12월 2일 지질 조사를 완료했고, 2023년 2월 Dětmarovice와 Tušimice 석탄발전소 두 곳을 잠정적인 SMR 건설 후보지로 지정함.⁸⁹⁾

85) vlada.cz, Programové prohlášení vlády(2022.01.07.)

86) JETRO, 政府の諮問機関、小型モジュール炉建設に向けた行動計画を勧告(2023.06.16)

<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/06/7ea994bfc29fee52.html>

체코산업부, Stálý výbor projednal přípravu nových jaderných zdrojů a plán pro rozvoj malých a středních reaktorů v ČR, (2023.06.06.)

<https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/pro-media/tiskove-zpravy/staly-vybor-projednal-pripravu-novych-jadernych-zdroju-a-plan-pro-rozvoj-malych-a-strednich-reaktoru-v-cr-274774/>

87) 電気事業連合会 海外電力関連トピックス情報, 首相「原子炉4基の新設が必要」と発言(2023.09.14.)

https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1261292_4115.html

88) SeFARD 新型炉に関する国際情報, チェコはエネルギー供給を強化するため、2032年に小型原子炉を計画(2023.02.28.)

<https://www.jaea.go.jp/04/sefard/situation/2023/202302.html>

89) 原子力産業新聞, チェコ テメリン発電所でSMR初号機建設の地質調査を実施(2022.12.06.)

<https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/15835.html>

原子力産業新聞, チェコ石炭火力発電所サイトをSMRでリプレースへ(2023.03.01.)

<https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/16727.html>

- Temelín 원전 내 SMR 건설은 ČEZ와 ĀEZ의 산하에 있는 국립원자력연구기관인 ÚJV Řeř, Temelín 원전이 위치한 남보헤미아주 정부가 공동 추진하는 South Bohemia Nuclear Park 프로젝트의 일환으로 진행될. 세 기관은 해당 프로젝트 준비 작업을 조정하는 ‘South Bohemia Nuclear Park 회사’의 주주가 되어 SMR 분야 연구개발과 건설 준비를 진행 중임.⁹⁰⁾
- 한편, ČEZ는 미국 NuScale부터 GE Hitachi, WH, Holtec, 한수원, 영국 Rolls Royce, 프랑스 EDF까지 총 7개사와 SMR 관련 협력 양해각서를 체결해 ÚJV Řeř를 통하여 SMR 건설 실행 가능성 등을 조사 중임.⁹¹⁾
- 한편, 체코 내 신규 원전에서 생산된 전력은 2022년 1월 1일 발효된 ‘저탄소에너지 이행법(Lex Dukovany)’에 따라 ČEZ가 최소 30년간 고정가격으로 매입할 수 있으며 매입된 전력은 도매시장에 재판매될 계획임.⁹²⁾
- 체코에서 중저준위방폐물은 Richard, Dukovany, Bratrstvi 처분장 세 곳에서 처분 중임. 고준위방폐물의 경우 심지층 처분 방식을 검토 중이며, 관련 계획⁹³⁾에 따르면 2025년 부지 결정, 2050년 건설 시작, 2065년 완공을 계획 중임.

■ 주요 이슈

- 체코, 신규 원전 EIB 지원 거론
 - 2024년 2월 14일 Zbynek Stanjura 체코 재무부 장관은 현재 진행 중인 원전 신설 프로젝트와 관련해 유럽투자은행(EIB)을 포함한 EU의 자금 지원 활용 방안을 모색하고 있다고 발언함.
 - 장관은 정부 산하의 전략적 투자위원회 회의에서 향후 10년간 신규 원전 건설을 포함한 전략적 투자를 국가 예산으로 감당할 수 없을 것이라고 밝힌 전망을 토대로 원전 비중 확대를 포함한 전원 구성의 변화는 국가 예산으로 충당이 어려운 영역 중 하나라고 발언함.

90) 原子力産業新聞, チェコ テメルリン発電所でSMR初号機建設の地質調査を実施(2022.12.06.)
<https://www.jaif.or.jp/journal/oversea/15835.html>

91) CE, After preliminary assessment ČEZ has identified two preferred construction sites for small modular reactors, in addition to the Temelín pilot location, in Dětmarovice and Tuřimice (2023.02.27.)
https://www.cez.cz/en/media/press-releases?frm_newsCategory=OSPOL_NEWS_CATEGORY_ELT

92) 一般財団法人 エネルギー総合工学研究所, 令和4年度 諸外国における原子力安全制度の整備状況等に関する調査成果報告書 (2023.03.) <https://www.cao.go.jp/oaep/dl/houkoku2303.pdf>
 電気事業連合会, チェコで新規原子炉の建設支援法案が成立(2021.09.30.)
https://www.fepec.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1260572_4115.html
 WNN, Competition officially begins for Dukovany new build(2023.03.)
<https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Competition-officially-begins-for-Dukovany-new-build>

93) 체코 방사성폐기를 관리기관인 SURAO에서 작성한 ‘체코 심지층 처분 시설 개발-행동계획 2017~2025(DGR Development in the Czech Republic-Action Plan 2017-2025)’에 제시됨.

■ 폴란드

■ 현황

- 폴란드는 2033년 상업운전 시작을 목표로 최초 원전 건설을 추진 중이며, 이를 통해 현재 90% 이상인 석탄화력발전 의존도 및 러시아산 석유·가스 의존도를 축소하고자 함.
- 2022년 폴란드의 총 발전량은 179.2TWh이며, 발전원별 비중은 석탄 70%, 가스 7%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 15%, 바이오매스 5%, 수력 2%, 석유 1%임.⁹⁴⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2021년 2월 폴란드 정부는 에너지 정책(PEP2040)을 채택해 탄소 배출 저감과 전력 공급 안정성을 위해 2043년까지 총 6~9GW 규모의 원자로 6기 건설(2033년 1~1.5GW 규모의 최초호기 가동, 2043년까지 2~3년마다 추가로 나머지 원자로 건설)을 명시함.⁹⁵⁾
 - PEP2040은 2030년까지 최종 에너지소비 중 재생에너지원 비중 23%로 확대(연안 풍력 에너지 설비용량 2030년 5.9GW, 2040까지 최대 11GW 도달 계획), 석탄 의존도 56%로 감축(2020년 기준 72%) 등의 목표를 담고 있음.
- 이후 2023년 4월에 공개된 PEP 2040 개정안에서, 2040년 전원구성에서 원자력·재생에너지 설비용량 비중을 74%로 확대할 계획을 밝힘.⁹⁶⁾
 - 개정안에서 전원 구성 가운데 재생에너지 비중은 2030년 47%, 2040년 51%까지 확대하며, 원자력은 2033년 최초 원전 가동 및 2040년까지 7.8GW의 설비 운영 목표가 유지됨.
- 2022년 10월 폴란드 정부는 Lubiatowo-Kopalino 지역에 자국 최초 원전 건설을 담당할 사업자로 미국 Westinghouse를 선정했으며, Westinghouse의 AP1000 PWR 3기를 건설할 계획임. 첫 호기는 2026년에 착공해 2033년에 상업운전 시작을 목표로 하고 있으며, 후속 원자로는 2~3년마다 건설될 예정임.
 - 폴란드-미국 정부 간 폴란드 최초 원전 건설 관련 협력협정이 체결(2020년 10월) 및 발효(2021년 3월)되어, 양국은 2021년 2월 24일부터 18개월간 미국 측의 원전 건설 관련 사전 작업(원자로 설계, 조달, 건설, 자금조달 방안 포함) 진행에 대해 합의함.
 - 2021년 6월 Westinghouse는 미국무역개발청(USTDA)으로부터 폴란드 원전 건설에 필요한

94) Enerdata, Country Energy Report Poland(2023.10.)

95) Kotra 해외시장뉴스, 폴란드 에너지정책(PEP 2040) 방향(2021.04.23.)
https://dream.kotra.or.kr/kotranews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CONTENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=188160

96) <https://biznes.pap.pl/en/news/all/info/3403422,poland-eyes-ca--73--share-of-renewables-&-nuclear-power-in-energy-mix-in-2040---climatemin>

엔지니어링 및 설계 연구 수행에 관한 FEED(Front-End Engineering and Design) 프로젝트 보조금을 지원받음.

- 한편, 2022년 10월 31일 폴란드 국영 전력공사 PGE, 민간 발전사 ZE PAK, 한국수력원자력은 Patnow 지역 내 석탄 발전소 부지에 한국의 APR1400 노형 기반의 두 번째 원전을 건설하는 내용의 협력의향서(Letter of Intent)를 체결하고, 같은 해 11월 한수원은 Patnow 부지에 대한 지질공학, 내진, 환경조건 분석 등 부지조사 작업에 착수함.
 - 양국 3개 기업은 협력의향서를 바탕으로 Patnow 부지조사 수행, 자금조달 모델에 따른 사전작업-건설-운영 단계별 예산 추산, 프로젝트 수행 이정표 수립을 시행하기로 함.
- 2023년 4월 13일, PGE와 ZE PAK는 Patnow 부지에 한국의 APR1400 2기를 건설하기 위해 특수목적법인인 PGE PAK Energia Jądrowa SA 설립을 발표함.
 - PGE와 ZE PAK이 각각 50:50의 지분을 보유한 PGE PAK Energia Jądrowa SA는 폴란드 측을 대표해 타당성 조사, 환경영향평가 수행, 부지 조사 등을 담당함.⁹⁷⁾

■ 주요 이슈

- 폴란드 PEJ, Lubiatowo-Kopalino 최초 원전부지 허가 취득
 - 2023년 10월 26일 폴란드 국영 전력기업인 PEJ는 Pomerania주로부터 Choczewo 지자체 내 위치한 최초 원전 부지(Lubiatowo-Kopalino)에 대한 허가를 취득함. 해당 허가는 투자에 적용되는 자산범위(육지 및 해상)와 기술, 환경, 보존을 포함한 투자 이행 조건을 명시하고 있음.
 - PEJ는 폴란드 기후·환경부로부터 Lubiatowo-Kopalino 최초 원전 건설에 대한 사전허가서(Decision-In-Principle) 취득(2023년 7월), 최초 원전 부지 결정 승인 신청서 Pomerania주 제출(2023년 8월), 미국 Westinghouse·Bechtel 컨소시엄과 최초 원전에 관한 엔지니어링 서비스 계약(ESC) 체결(2023년 9월)을 이행한 바 있음.
- 폴란드 정부, 자국 두 번째 원전 건설에 대한 사전허가서 승인
 - 2023년 11월 24일 폴란드 기후·환경부는 Patnów-Konin 지역(폴란드 중부)에 한국형 원전 노형 APR1400 2기를 도입하는 내용의 제2원전 건설 프로젝트에 대한 사전허가서(decision-in-principle, DIP)를 승인함.
 - ※ DIP는 사업자가 계획한 프로젝트 투자가 공익과 에너지 정책을 포함한 정부 정책에 부합함을 공식적으로 확인하고, 사업자에게 원전 건설·가동 관련 부지 선정 및 기타 인허가 신청 권한을 부여하는 절차임.
 - PGE PAK Energia Jądrowa는 2023년 8월 2035년 최초 호기의 상업운전 시작을 목표로 DIP를 기후·환경부에 제출한 바 있음.

97) <https://www.pap.pl/mediaroom/1560666%2Cpowstaje-spolka-pge-pak-energia-jadrowa-budowa-elektrowni-jadrowej-w>

- 폴란드 민간기업, SMR 도입 추진 현황

- ① 폴란드 OSGE, 정부로부터 6개의 SMR 발전소 건설 관련 사전허가서 취득

- 2023년 12월 7일 폴란드 SMR 개발사인 Orlen Synthos Green Energy(OSGE)는 기후·환경부로부터 GE Hitachi의 BWRX-300(300MW, SMR) 최대 24기 도입 목적의 6개의 SMR 발전소 건설을 위한 사전허가서(DIP)를 취득해, 부지 결정이나 건설 허가 등 추가 행정 조치 신청이 가능해졌다고 밝힘.
- 2023년 4월 OSGE는 6개의 SMR 발전소 건설 예정지(Ostroleka, Wloclawek, Stawy Monowskie, Dabrowa Górnicza, Nowa Huta, Tarnobrzeg-Stalowa Wola)를 담은 DIP를 폴란드 정부에 신청한 바 있음.
- 이와 관련하여 2024년 2월 2일 폴란드 환경보호총국(GDOŚ)이 Stawy Monowskie 부지 내 GEH의 BWRX-300 SMR 건설을 위한 환경영향평가(EIA) 보고서 작성 범위를 명시 하면서, OSGE는 해당 부지에 대한 환경 및 위치 기반 검사를 시작해 최대 2년에 걸쳐 EIA 보고서를 준비할 수 있게 됨.

- ② 폴란드 KGHM, 원자력규제청으로부터 Nuscale의 SMR 설계 자국 규제조건 충족 확인

- 2023년 12월 22일 폴란드 원자력청(PAA)은 자국 광산·제련업체 KGHM의 요청에 따라 미국 NuScale의 NPM-20(77MW) SMR 설계 검토서를 평가한 후, 해당 노형 설계가 폴란드 원자력안전 및 방사선방호 표준에 부합한다고 발표함.
- KGHM은 2023년 7월 폴란드 정부로부터 NuScale의 VOYGR SMR 6기(총 462MW) 건설에 대한 공식 승인을 취득한 바 있으며, 향후 부지·건설 허가 등 추가 인허가 신청서를 제출할 계획임.

■ 루마니아

■ 현황

- 루마니아는 2024년 2월 기준 원자로 2기(총 발전용량 1,411MW)를 가동 중이며, Cernavoda 3·4호기(각 706, 705MW, PHWR) 건설 작업과 Cernavoda 1호기(706MW, PHWR) 설비개선 작업을 진행 중임.
- 2022년 루마니아의 총 발전량은 55.8TWh이며, 발전원별 비중은 수력 26%, 원자력 20%, 석탄 22%, 가스 14%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 16%, 바이오매스 1%, 석유 1%임.⁹⁸⁾

98) Enerdata, Country Energy Report Romania 2023.08.

■ 원자력 관련 주요 정책

- 1970년대 후반 Cernavoda 부지에 캐나다 CANDU 노형 5기 건설이 진행(1·2호기는 각각 1982년 7월과 1983년 7월에, 나머지 3~5호기는 4년 후 착공)되었지만, 1991년 캐나다원자력공사(AECL)-이탈리아 원자력기업 Ansaldo 컨소시엄 주도의 1호기 건설이 우선시되어 나머지 4기 건설이 중단됨. 1호기는 1996년 12월에 상업운전을 시작함.
- 2000년 루마니아 정부는 Cernavoda 2호기 완공을 우선순위로 하여 약 6천만 유로(약 880억 원)⁹⁹⁾를 투자함. 2001년 건설이 재개된 후 2007년 10월에 상업운전을 시작함.
- 루마니아는 2014년 중국 CGN을 Cernavoda 3·4호기 건설 사업자로 선정하고 2019년 CGN과 예비투자자협정을 체결하였으나, 미국과의 전략적 관계를 고려해 2020년 1월 협정을 철회함. 대신, 2020년 10월 루마니아 경제부와 미 에너지부는 약 80억 달러(약 11조 원) 규모의 Cernavoda 3·4호기 완공 및 1호기 설비개선 작업을 위한 양해각서를 체결함.
- 2021년 10월 루마니아 에너지부는 통합 에너지·기후 정책을 발표해, 각각 2030년 및 2031년까지 Cernavoda 3·4호기 상업운전, Cernavoda 1·2호기의 30년 계속운전 시행을 확정함.

■ 주요 이슈

- 루마니아, Cernavoda 1호기 설비개선 작업 및 Cernavoda 3·4호기 건설 재개 현황
 - ① 루마니아 원전운영사, Cernavoda 1호기 설비개선 위해 캐나다 업체와 계약 체결
 - 2023년 11월 28일 루마니아 원전운영사인 Nuclearelectrica는 캐나다 컨소시엄(원자로 설계·공급업체인 Candu Energy 및 캐나다 연방정부 기업인 Canadian Commercial Corporation(CCC)과 Cernavoda 1호기(706MW, PHWR)의 계속운전에 필요한 설비개선 작업을 위해 7억 5천만 캐나다 달러(약 7,493억 원) 규모의 계약을 체결함.
 - 이에 앞서 2023년 10월 Candu Energy, Ansaldo Nucleare, 한국수력원자력은 Cernavoda 1호기의 설비개선 작업을 공동 수행하기 위해 컨소시엄 계약을 체결한 바 있음. Candu와 Ansaldo는 원자로 계통과 터빈발전기 계통의 설계 및 기자재 구매를, 한수원은 전체 시공을 포함한 방폐물 보관시설 등 인프라 건설을 담당함.
 - 1996년 12월에 상업운전을 개시한 Cernavoda 1호기(설계수명 30년)는 설비개선 작업을 통해 2060년까지 추가 30년 가동될 예정임.
 - ② 루마니아, Cernavoda 삼중수소제거설비 건설 위해 유럽투자은행과 대출 계약 체결

99) 루마니아 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,465원, 1달러=1,364원, 1달러(캐나다)=998원)

- 2023년 12월 22일 Nuclearelectrica는 Cernavoda 원전 내 유럽 최초로 삼중수소제거설비(Tritium Removal Facility) 건설을 위해 EU 정책금융기관인 유럽투자은행(European Investment Bank, EIB)과 1억 4,500만 유로(약 2,125억 원)의 대출 계약을 체결함.
 - 2023년 6월 Nuclearelectrica는 삼중수소제거설비를 가동 중인 한국수력원자력과 2억 달러(약 2,730억 원) 규모의 Cernavoda 삼중수소제거설비 EPC(설계·조달·건설) 계약을 체결한 바 있음. 해당 사업 완료 일정은 50개월로 예상됨¹⁰⁰⁾.
- ③ 루마니아, 이탈리아 수출보험공사 등과 Cernavoda 원전 개발을 위한 양해각서 체결
- 2024년 2월 15일 Nuclearelectrica는 이탈리아 수출보험공사 SACE 및 이탈리아 원자력 회사인 Ansaldo Nucleare와 Cernavoda 1호기(706MW, PHWR) 설비개선과 Cernavoda 3·4호기(각 706MW·705MW, PHWR) 완공을 위한 양해각서를 체결함.
 - 이번 협약에 따라 Ansaldo Nucleare는 엔지니어링, 프로젝트 관리 서비스, 부품·시스템 조달, 시운전을 제공하고, SACE는 최대 20억 유로(약 3조 원)의 자금을 조달하기로 함.
- 루마니아, 2025년에 NuScale의 VOYGR SMR 도입에 관한 최종 투자 결정 목표
- 2024년 3월 18일 Sebastian Burduja 루마니아 에너지부 장관은 자국 내 NuScale의 VOYGR SMR(462MW, 총 6기 모듈) 건설에 대한 최종 투자 결정이 2025년에 내려질 것이며 55억 유로(약 8조 579억 원)가 투자될 것으로 전망함.
 - Kathleen Kavalec 미국 대사는 미 수출입은행(US EXIM Bank)과 미 국제개발금융공사(US International Development Finance Corporation)가 루마니아 SMR 건설 프로젝트를 위해 각각 30억 달러(약 5조 원)와 10억 달러 규모(약 1,3조 원)의 재정 지원을 약속했다고 밝히며, 프로젝트 추진을 위해 원전운영사 Nuclearelectrica, NuScale, 미국 엔지니어링기업 Flour 등과 협력 중이라고 밝힘.

■ 슬로베니아

■ 현황

- 2024년 3월 기준으로 슬로베니아에서 운영 중인 원전은 1기(Krško, 727MW, PWR)이며, 건설 중이거나 영구정지된 원전은 없음.¹⁰¹⁾
- 2022년 기준으로 슬로베니아의 총 전력 설비규모는 4.2GW였으며, 이 중 수력이 32%, 석탄발전이 25%, 원자력 및 태양광발전이 각각 16%, 15%를 차지하고 있음.¹⁰²⁾

100) <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Nuclearelectrica-gets-EU-funding-for-tritium%2A0remov>

101) IAEA PRIS를 참고하여 작성

102) Enerdata, Country Energy Report Slovenia, 2024.02.

- 발전량 기준으로는 전체 발전량(13.6TWh) 중 원전이 5.6TWh(41.1%)로 가장 높은 비중을 차지했으며, 다음으로 수력(25.0%), 석탄(23.3%), 태양광(4.7%) 순임.

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2024년 1월, 슬로베니아 정부는 2043년에 영구정지될 Krško 1호기를 대체할 Krško 2호기 건설여부를 결정하기 위해 국민투표를 실시할 예정이라고 밝힘.
 - 슬로베니아 Robert Golob 총리는 주요 관료 및 의회 정당 대표들로 이루어진 초당파 회의에서 원자력의 필요성에 대해 합의했음을 밝히면서, 하반기 중 국민투표를 실시할 것을 밝힘.
 - 최대 2.4GW규모의 단지로도 고려되고 있는 Krško 2호기 건설 프로젝트는 Krško 1호기 인근에 건설할 계획이며, 해당 프로젝트의 비용은 약 100억 유로(약 14.6조원¹⁰³)로 추정됨.
- 2024년 2월, 슬로베니아 환경·기후에너지부는 미국의 피닉스 프로젝트(Project Phoenix) 수혜국으로 선정되어 컨설팅 및 기술 서비스를 제공받게 되었음을 밝힘.
 - ※ 2022년 11월에 시작된 피닉스 프로젝트는 미국의 FIRST(Foundational Infrastructure for the Responsible Use of SMR) 프로그램의 일환으로 유럽 및 아시아 내 기존 석탄화력부지 내 SMR 도입을 위한 타당성 조사 및 기술 조사를 지원함. 현재까지 체코, 폴란드, 슬로바키아가 수혜국으로 선정되었었음.
 - 2023년 6월, 슬로베니아 기업·기관 컨소시엄¹⁰⁴은 주 슬로베니아 미국대사관의 초청으로 피닉스 프로젝트 참여 신청서를 제출하였었음.
 - 슬로베니아 환경·기후에너지부 장관은 슬로베니아는 전세계적으로 적극적으로 개발이 되고 있는 소형 및 첨단 원자로 기술을 활용하는 데 관심이 있음을 밝히면서, 피닉스 프로젝트의 참여로 자국의 「국가 에너지·기후 계획」을 충실히 이행할 기회를 얻게 됨을 언급함.
 - ※ 2023년 6월, 슬로베니아는 2020년 1월 EU에 제출하였던 「국가 에너지·기후 계획」 개정하였으며, 주요한 내용으로는 2030년까지 2005년 대비 온실가스 28.8% 감축, 최종소비자 기준 재생에너지 사용 비중 30~35% 달성이 있음.

■ 주요 이슈

- 2023년 11월, 1차 계통에서 방사능 누출로 가동을 정지했었던 슬로베니아 Krško 원전 1호기의 수리가 완료되어 재가동을 실시함.
 - 2023년 10월, 슬로베니아의 원전 운영사 NEK는 Krško 원전 격납건물 내 1차 계통 연결 시스템 배관부에서 방사능 누출이 발생하였음.

103) 슬로베니아 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,465원)

104) 슬로베니아 기업·기관 컨소시엄에는 원전운영사인 Gen Energija, 석탄화력발전소 운영사인 Termoelektrarna Sostanj(TES), 전력망 운영업체인 Eles, 슬로베니아 원자력 안전청, 슬로바키아 전력사인 SLOvenske Elektrarne이 포함되어 있음.

- NEK는 누출량이 규제 한도 미만이었어서 누출사고로 인한 직원·지역주민·환경에 미치는 영향은 없지만, 누출 원인 파악 및 수리를 위한 예방조치로 Krško 원전을 정지했다고 밝힘.
- 이후, 슬로베니아 원자력안전청(SNSA)은 NEK가 제출한 분석 보고서를 검토 후 해당 원전의 안전 운전을 위한 전제조건(필수 및 예상가능한 조치 시행)을 충족함을 확인함.

■ 네덜란드

■ 현황

- 네덜란드는 2024년 4월 기준 Borssele 원전 1기(515MW, PWR)를 가동 중이며, 신규 원자로 2기 건설을 계획 중임.
 - Borssele 원전은 1973년 10월에 상업운전을 개시하였으며, 독일 엔지니어링 기업인 Siemens의 KWU 2LP(PWR)을 채택함.
- 2022년 네덜란드의 총 발전량은 122.5TWh이며, 발전원별 비중은 가스 40%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 32%, 바이오매스 9%, 석탄 14%, 원자력 4%, 석유 1%임.¹⁰⁵⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 네덜란드는 1973년 자국 최초 원전인 Borssele 1호기(515MW, PWR)를 가동하기 시작했으나 1986년 체르노빌 사고 여파로 신규 원전(3,000MW 규모) 건설 계획을 보류한 이후, 1994년에는 2003년까지 Borssele 원전 폐쇄를 결정함.
- 그러나 2003년 새 정부의 집권으로 Borssele 원전 폐쇄는 2013년으로 연기되었다가, 2006년에는 2033~34년으로 해당 원전의 폐쇄 일정이 재차 연기됨. 2009년에는 Borssele 2호기(1,000~1,600MW) 건설 계획이 발표되었으나, 2012년 해당 원전의 불확실한 경제성으로 인해 건설 보류가 결정됨.
- 이후 네덜란드 정부는 온실가스 감축 목표 달성 일환으로 신규 원전 건설 의지 표명(2018년), 2030년 이후 전원 구성에서 원자력 비중 확대 방안 검토(2020년), Borssele 원전의 계속운전 시행 결정 및 신규 원자로 2기 건설을 위한 자금 50억 유로(약 7조 원)¹⁰⁶⁾ 확보(2021년)를 거쳐 2035년 완공을 목표로 한 제3세대+ 신규 원전(1,000~1,650MW, LWR 2기) 건설 계획을 발표(2022년)함.
 - 네덜란드 정부는 기후법을 통해 온실가스 배출량을 2030년까지 1990년 대비 49%, 2050년까지 95% 감축한다는 목표를 설정함.

105) Enerdata, Country Energy Report The Netherlands, 2023.09.

106) 네덜란드 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,464원)

- 2020년 네덜란드 의회는 정부 보조금 지원을 통한 신규 원전 건설을 지지하는 동의안을 통과시켰으며, 원전운영사인 EPZ는 Borssele 원전의 계속운전과 신규 원자로 2기 증설을 제안함.

■ 주요 이슈

● 네덜란드 정부, 신규 원전 건설 추진

① 네덜란드, 한국수력원자력과 신규 원전 건설 관련 기술 타당성 조사 계약 체결

- 2023년 12월 13일 한국 산업통상자원부와 네덜란드 경제기후정책부가 윤석열 대통령의 국빈 방문을 계기로 원전 협력 양해각서(MOU)를 체결한 가운데, 한국수력원자력은 그 일환으로 네덜란드 정부와 신규 원자로 2기 건설을 위한 기술 타당성 조사 계약을 맺음.
- 한수원은 노형 설계의 네덜란드 법률·규정 준수 여부 확인, 신규 원자로 2기 건설 비용·일정 검토, 환경영향평가 등을 포함하는 기술 타당성 조사를 2024년 1월부터 시작해 최소 6개월에 걸쳐 진행할 예정임.
- 네덜란드 정부는 한수원(APR1400 노형)에 이어 다른 후보 공급업체인 Westinghouse (AP1000 노형), EDF(EPR1200 또는 EPR1600 노형)와도 기술 타당성 조사 계약을 체결할 것이라고 언급하면서, 2025년 최종 공급업체 선정, 2030년대 중반에 신규 원전 가동을 예상함.

② 네덜란드 Zeeland주, 연방정부에 신규 원전 건설을 위한 전제 조건 제시

- 2023년 12월 21일 네덜란드 Zeeland 주정부는 가동 중인 Borssele 원전(515MW, PWR) 부지에 신규 원자로 2기 건설을 위한 전제 조건으로 ① 기존 원전과 Borssele 마을 사이에 위치한 녹지대(Sloerland) 유지, ② 신규 냉각탑과 고압 송전철탐 설치 불허, ③ 작업 중 발생할 소음이나 교통량을 피하기 위한 완충 장치 마련, ④ 신규 원자로 건설 관련 안내소 설치, ⑤ 전체 건설 과정을 감독할 지역 담당자 임명 등을 연방정부에 제시함.
- 신규 원전 건설 장소와 시기는 연방정부가 최종적으로 결정하지만, 주정부는 요청 사항이 반영되지 않을 경우, 연방정부의 신규 원전 건설 계획을 저지할 가능성이 있음.

③ 네덜란드, 신규 원자로 부지선정 작업 1단계로 의견수렴 절차 시작

- 네덜란드 경제·기후부는 신규 원자로 2기 건설을 위한 최종 부지 선정 절차의 1단계로 2024년 2월 23일부터 4월 4일까지 이해관계자(기업, 사회단체, 지방자치단체, 주민 등)의 참여 제안 절차를 시작함. 이에 따라 이해관계자는 2개의 후보부지인 Borssele/Vlissingen(Sloe 지역) 및 Maasvlakte I(로테르담 항구)와 환경에 미칠 영향에 대한 의견 제시가 가능함.

- 이해관계자의 의견이 신규 원자로 건설 의향서에 명시된 전제 조건을 충족하는 경우, 경제·기후부는 해당 부지의 적합성 여부를 조사해, 2025년에 최종 결정을 내릴 예정이다.

④ 네덜란드 하원, 신규 원자로 4기 건설 제안한 동의안 통과

- 2024년 3월 5일 네덜란드 하원은 신규 원자로 4기 건설을 제안한 현 집권 여당인 자유민주당(VVD) 소속 Silvio Erkens 의원의 동의안(motion)을 투표로 통과시켰.
- Erkens 의원은 해당 동의안을 통해 2040년부터 추가 2기의 신규 원자로가 가동될 수 있어야 한다고 밝히며, Rob Jetten 에너지부 장관에게 원자력 비중 확대 시나리오 개발을 촉구함.

▣ 불가리아

■ 현황

- 2024년 4월 기준 Kozloduy 5·6호기(총 2,080MW, PWR)를 운영 중이며, Kozloduy 1~4호기(총 1,760MW, PWR)는 EU 가입 조건으로 영구정지함. 불가리아는 Kozloduy 5·6호기의 영구정지를 대체할 7·8호기 건설을 추진 중임.
- 2022년 불가리아 총발전량은 50.3TWh로 이 중 원자력이 약 32.7%, 석탄 42.8%, 수력 7.5%, 태양광 4%를 차지함.¹⁰⁷⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 불가리아는 EU집행위원회(EC)에 제출한 2021~2030년까지의 국가에너지 환경 계획(National Energy and Climate Plan, NECP)에서 2030년 이후 신규 원전을 통한 원자력 발전 비중을 확대하겠다고 명기함.¹⁰⁸⁾
- 불가리아 에너지부는 2023년 1월 17일 발표한 새로운 에너지 전략(2023~2053년)에서 에너지 공급 위기 상황 중 전력 부문의 탈탄소화와 에너지 안보를 실현하기 위한 불가리아 정부의 우선 과제로 전력 생산 및 수출 선도국 지위 유지, 지역 에너지원의 지속 가능한 활용, 에너지 빈곤 탈피를 제시함.
 - 2030년까지 갈탄화력은 계속 사용하지만 이후에는 사용량을 단계적으로 축소해 2038년에는 사용을 중단할 예정으로 EU의 탈탄소 목표 달성을 위해 모든 방법을 고안하여 CO₂ 배출량을 감축할 계획임.

107) Enerdata, Country Energy Report Bulgaria(2023.07.)

108) 원문: "adding the energy to be generated by a new nuclear power plant to the nation energy mix after 2030"(Bulgaria, National Energy and Climate Plan p16)

https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en

- 2023년 1월 불가리아 임시 정부는 2027년과 2029년까지 가동되는 Kozloduy 5·6호기의 영구정지로 발생할 전력손실에 대비하기 위해 Belene 1·2호기(1,000MW급 2기, VVER) 신규 건설과 더불어 Kozloduy 부지의 7·8호기(AP1000, PWR 2기) 증설 계획을 발표했지만, 2023년 6월 새 정부가 출범하면서 Belene 1·2호기 신규 건설 프로젝트를 공식적으로 취소함.¹⁰⁹⁾
 - 2023년 10월 25일 불가리아 각료회의는 Kozloduy 7호기의 착공과 Kozloduy 8호기의 사전 준비 작업을 승인하면서, Kozloduy 7호기·8호기의 완공 일정을 각각 2033년과 2035년 또는 2036년으로 설정함.
- 2022년 11월 불가리아 의회는 EU집행위로부터 러시아산 핵연료 의존도 감축을 위한 공급처 다변화를 요청받아 Kozloduy 원전에 비러시아산 핵연료 조달을 위한 인허가 절차 신속화를 위한 동의안을 통과시켰음.
 - Kozloduy 원전은 에너지 안보 전략의 일환으로 미국 Westinghouse 및 프랑스 Framatome과 각각 러시아의 VVER-1000 노형이 적용된 Kozloduy 5·6호기(각 1,003MW, PWR)용 핵연료 공급 계약을 2022년 12월 22일과 30일에 걸쳐 체결함.
 - Kozloduy 원전측은 Westinghouse와 2024년 4월부터 10년간 5호기용 신규 핵연료 생산 및 공급 계약을, Framatome과는 6호기용 핵연료 공급을 위한 정식 계약에 앞서 논의 일정을 수립하는 예비 협약을 체결함. Kozloduy 원전이 러시아 TVEL과 2019년 체결한 핵연료 공급 계약은 2025년 만료될 예정임.
- 방사성폐기물 처분의 경우 국영방사성폐기물공사(SERAW)가 2005년 중저준위 방폐물 처분장 건설을 결정함.
 - 2011년 10월 SERAW는 스페인 방사성폐기물관리공사(ENRESA), 독일 DBE테크놀로지사로 구성된 컨소시엄과 처분장 설계 계약을 체결함. Kozloduy 원전 인접 지역인 Radiana에 2017년 8월 중·저준위 방폐물 처분 시설 건설을 시작함.

■ 주요 이슈

- 불가리아, Kozloduy 7·8호기 건설 공사 최종 후보로 현대건설 선정
 - 2024년 2월, 불가리아 의회 에너지위원회 위원장은 AP1000 노형의 Kozloduy 7·8호기 건설 프로젝트에 입찰 의향서를 제출한 5개 EPC(설계·조달·시공)사업자 중 현대건설을 우선협상 대상자로 선정했고, 현대건설이 기술·재정적 전제 조건을 모두 충족하는 유일한 사업자라고 밝힘.

109) 세계원전시장 인사이트, 불가리아, Belene 원전 프로젝트 공식 취소 및 Kozloduy 신규 원전 증설 위해 Westinghouse와 공급망 관련 협력 체결(2023.10.27.)

세계원전시장 인사이트, 불가리아, 미국·프랑스와 신규 원전 건설 사전단계인 FEED 추진 예정(2023.04.14.)

- 국영 기업인 Kozloduy NPP-New Build는 2월 2일까지 현대건설, 네덜란드 엔지니어링 기업 Fluor BV, 미국 엔지니어링 기업 Bechtel Nuclear Power, 중국 기업 컨소시엄 (CNNC overseas 및 Tianjin Electric Power Construction), 중국 국영 에너지기업 China Energy Engineering Corporation의 입찰 참가의향서를 받았음.
- 에너지위원회는 2월 8~12일 동안 후보업체의 대해 엔지니어링·건설 경험과 전문 지식, 경제·재정 능력 등의 자격 심사를 진행해 후보 업체를 현대건설로 결정하였으며, 이에 따라 현대건설은 Kozloduy 7·8호기의 설계·제조·공급·설치·시운전을 포괄한 별도의 구속력 있는 입찰서를 제출할 예정임.

■ 우크라이나

■ 현황

- 2024년 4월 기준으로 우크라이나에서 운영 중인 원전은 총 15기(13.8GW)였으며, 건설 중인 원전은 2기(2.2GW), 영구정지된 원전은 4기(3.8GW)임.¹¹⁰⁾
 - 우크라이나에서 운영 중인 전체 15기의 원전은 모두 PWR이며, 해당 원전들의 평균 가동 연수는 약 35.1년으로 전 세계 평균(31.3년)보다 높음.
- 2022년 기준으로 우크라이나의 총 설비규모는 56.5GW이며, 석탄발전이 29%로 가장 비중이 높았으며, 다음으로 원전(24%), 가스(18%), 수력 및 태양광 발전(각각 11%) 순임.¹¹¹⁾
 - 발전량 기준으로는 원전은 전체 113.2TWh 중 56.1%에 해당하는 63.5TWh를 발전하였으며, 이후로는 석탄발전(22.9%), 수력(9.7%), 천연가스(4.1%), 태양광 발전(4.0%) 순임.
- 러시아-우크라이나 전쟁 이후 Zaporozhye 원전 등이 러시아군에 점령된 상태가 지속되면서 안전에 대한 우려가 제시됨.
 - Zaporozhye 원전은 2022년 3월 러시아에 점령당한 이후, 지속적인 포격, 폭격 등으로 인해 원전, 변전소, 송전선 등이 파괴되었고 동년도 9월, 안전상의 이유로 모든 원자로(6기)가 정지함. 특히, 2023년 6월에는 냉각수를 공급하던 Kakhovka 댐이 파괴되어 지하 우물을 통해 자포리자 원전에 냉각수를 공급하고 있음.
 - Rivne 및 Khmelnytskyi 원전은 2022년 11월 미사일 공격으로 인해 송전선 등이 파괴되어 그리드에서 연결이 끊어졌으며, Rivne 원전은 2023년 2월에도 포격이 발생하여 원전의 발전량이 저하됨.

110) IAEA PRIS를 참고하여 작성

111) Enerdata, Country Energy Report Ukraine, 2023.10

표 Zaporozhye 원전 포격 당시 상황

년도	내용
2022. 3.	러시아군, Zaporozhye 원전 점거(우크라이나 직원은 러시아의 통제 하에 원전 가동)
2022. 7.	러시아군, Zaporozhye 원전에 로켓 발사기 배치해 군사 기지로 전환
2022. 8. 3	국제원자력기구(IAEA), Zaporozhye 원전이 통제 불능 상태로 검사 및 수리 촉구
2022. 8. 5	우크라이나 원전운영사 Energoatom, 두 차례의 러시아 로켓 공격으로 전력망 연결 해제
2022. 8. 8	Energoatom, 러시아의 추가 포격으로 3개의 방사선 센서 손상과 작업자 부상 발표 - 러시아측은 우크라이나군이 다연장로켓(MLRS)으로 부지 공격했다고 발표
2022. 8.10	G7 외무부 장관, 러시아에 Zaporozhye 원전 통제권 우크라이나 반환 촉구
2022. 8.11	우크라이나와 러시아, Zaporozhye 원전 포격 책임 공방
2022. 9	IAEA 사찰단, Zaporozhye 원전 안전평가 시행 후 안전지대 설정 촉구
2022.10. 5	러시아 Putin 대통령, Zaporozhye 원전 국유화 및 운영권 접수 발표...우크라이나 반박
2022.10.~11.	자포리자 발전소 인근에 포격으로 인해 근처에 위치한 변전소, 송전선 등이 파괴됨.
2023. 6. 6	Zaporozhye 원전 인근에 위치한 Kakhovka 댐이 포격으로 파괴되어 원전으로 냉각수를 공급하는 데 차질이 발생함.
2023. 8~9.	IAEA는 10여개의 지하 우물을 활용하여 Zaporozhye 원전에 냉각수를 공급하는 방안을 추진하였고 2023년 9월 완료되어 시간당 200m³의 물 공급이 가능하게 됨.

자료: 세계원전시장 인사이트(2023.11.10.) 재인용

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2023년 12월, 우크라이나 원전운영사 Energoatom은 미국 Westinghouse와 약 4.4억 달러(약 6,005억 원)¹¹²⁾ 규모의 Khmelnytskyi 5호기 건설에 필요한 계통 관련 기자재 구매계약을 체결함.
 - Herman Galushchenko 우크라이나 에너지부 장관은 해당 기자재는 건설이 취소된 미국 VC Summer 2 · 3호기용으로 제조되었다고 밝히면서, 우크라이나 의회가 Khmelnytskyi 5 · 6호기 건설 법안을 통과시키는 경우, 원전 착공에 들어갈 수 있다고 발언함.
 - Energoatom의 Petro Kotin 사장은 이번 협정으로 해당 기기의 제조에서 주문까지 소요 되는 기간(최소 3년)을 단축시켜 Khmelnytskyi 5호기 건설을 가속화할 수 있다고 밝히며, 상기 원전이 자사가 건설하는 최초의 비소련 원전이 될 것이라고 덧붙임.
- 2024년 1월, 우크라이나 에너지부 장관은 러시아-우크라이나 전쟁으로 파괴된 전력 설비를 대체하기 위해 2024년 여름 또는 가을 이후로 4기의 대형원전 건설을 시작할 계획임을 발표함.

112) 우크라이나 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러=1,364원)

- 4기의 원전은 모두 우크라이나 서부에 위치한 Khmelnytskyi 원전 인근에 건설될 것이며, 2기의 원전은 러시아산 기자재 활용하고 나머지 2기는 미국 Westinghouse의 기술을 활용할 것으로 보임.
- 또한 1980년대 건설을 시작하였으나, 현재는 건설이 중단된 Khmelnytskyi 3·4의 건설도 재개할 예정임.

■ 주요 이슈

- 2023년 12월, 미국 Holtec은 우크라이나 내 원전 일부에서 발생한 사용후핵연료를 올해 초 시운전을 시작한 중앙집중형 사용후핵연료 건식저장시설(Central Spent Fuel Storage Facility, CSFSF¹¹³)로 이송을 시작함을 밝힘.
 - 대상이되는 원전은 South Ukraine · Rovno · Khmelnytskyi 원전 9기(VVER-1000 7기, VVER-440 2기)이며, CSFSF는 사용후핵연료 총 16,530다발(VVER-1000 연료: 12,010다발, VVER-400 연료: 4,520다발)을 담는 458개의 저장용기를 보관하도록 설계됨.
 - CSFSF 건설 계약은 2005년 Energoatom과 Holtec이 체결하였지만, 우크라이나의 정치적인 상황으로 프로젝트는 지연되었다가 2014년 재개되었고 2017년 건설 작업이 본격적으로 진행되어 2021년에 완료됨.
 - Energoatom은 CSFSF 가동으로 매년 러시아로 사용후핵연료를 이송 및 재처리하는 데 소요되는 연간 2억 달러(약 2,730억 원)를 절감하고 러시아 방폐물 처분에 대한 의존을 벗어날 것으로 전망함.

■ 헝가리

■ 현황

- 헝가리는 2024년 4월 현재 Paks 원전에서 VVER 4기(총 2,027MW, PWR)를 운영 중이며, Paks 원전 부지에 Paks 5·6호기(각 1,200MW, PWR) 추가 건설이 예정됨.
 - Paks 5·6호기 건설 프로젝트는 헝가리와 러시아가 공동으로 Paks 원전에 1,200MW급 PWR 2기(설계수명 60년)를 신규 건설하는 사업이며, 1980년대 상업운전을 개시한 Paks 1~4호기 대체를 목적으로 함.
 - 2022년 8월 헝가리 원자력규제청(National Atomic Energy Office, OAH)이 러시아 Rosatom이 추진 중인 Paks 5·6호기(각 1,200MW, PWR)의 건설 허가를 발급함. Paks 5·6호기 건설 개발은 국영 헝가리 전력(MVM)의 자회사로 설립되어 이후 독립한 Paks II. Ltd.이 담당함.

113) 사용후핵연료를 이중벽을 갖춘 스테인리스강(강) 캐니스터에 보관하는 건식저장시설을 의미함.

- 양국은 2014년 1월 Paks 5·6호기 건설 협정을 체결했으며, 총 125억 유로(약 18.4조 원)¹¹⁴⁾ 규모의 프로젝트 비용 중 100억 유로(약 14.7조 원)를 러시아가 차관 형태로 제공하고, 헝가리 정부가 25억 유로(약 3.6조 원)를 투자함. 2017년에는 유럽위원회(European Commission, EC)로부터 헝가리의 국가 보조금 지급 승인을 취득했음.
- 2023년 9월 헝가리 외교통상부 장관은 Paks 5·6호기의 완공시점을 2030년으로 전망함.
- 2022년 헝가리의 총발전량은 35.7TWh로 이 중 원자력이 44.3%, 가스 24.7%, 석탄 8.5%, 태양광 13.1%를 차지함.¹¹⁵⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 헝가리 내각이 2020년 1월 8일 일괄 승인한 국가에너지 전략 2030(National Energy Strategy 2030)과 에너지전략의 부속문서, EU에 제출하는 NECP(National Energy and Climate Plan)에 따르면 헝가리는 원자력과 재생에너지를 두 축으로 삼아 탈탄소 실현을 목표로 하며, 이 두 에너지원으로 헝가리 내 전력 대부분을 공급할 방침임.
 - NECP에서 헝가리는 EU가 정한 2050년 탄소 중립 실현을 위해 50조 포린트(약 189.5조 원)가 필요하며 EU의 대규모 자금 지원이 필요하다는 견해를 밝힘.
 - 또한, 2022년 9월 헝가리 기술혁신부는 헝가리 내 전력 생산과 저장능력 향상을 위해 최대 160억 유로(약 23.6조 원)를 투입해 러시아 천연가스수입 의존을 축소하고 태양광발전을 2024년까지 8GW, 2030년까지 14GW로 확대하며 Paks원전 가동을 20년간 연장하겠다고 밝힘.¹¹⁶⁾
 - 헝가리는 최종에너지소비량에서 차지하는 천연가스 점유율은 2021년 35%에서 2030년에는 26%, 2050년에는 15%로 낮출 계획임.
- 헝가리 정부는 사용후핵연료 재처리를 하지 않고, 국유 방사성폐기물 관리 기업인 RHK Kft가 주체가 되어 처분 관련 준비를 진행 중임. 1997년 6월 신원자력법 제정에 따라 원자력시설 해체와 방사성 폐기물 처분을 위한 원자력 기금(Central Nuclear Financial Fund)이 설립됨.
 - 최종처분장 적합성 검토를 위해 헝가리 MECSEK 광산 남서쪽에 위치한 Buda부근 점토층에서 RHK가 현재 조사를 진행 중이며 현재 예비 안전 분석(preliminary safety analysis)을 완료함.
 - RHK는 최종처분장과 관련해 2019년~2032년 부지 탐색 및 선정, 2033~2038년 지하연구 시설 건설, 2039~2054년 지하연구시설 운영, 2055~2063년 심지층처분시설 건설,

114) 헝가리 내용 전체 2024년 5월 2일 환율 기준 적용(1유로=1,476원/ 1포린트=3.79원)

115) Enerdata, Country Energy Report Hungary(2023,09.)

116) 日本電気事業連合会, 海外電力関連トピックス情報 電力生産と貯蔵能力向上のため最大160億ユーロを投資(2022,09,22.)

2064 ~2079년 심지층 처분 시설 운영, 2080~2084년 처분시설 폐쇄라는 사업 추진 일정을 제시함.

- 한편, 중·저준위 방폐물은 2012년 12월 완성된 Bataapati NRWR(National Radioactive Waste Repository) 처분시설에서 처분 중임.

■ 주요 이슈

- 헝가리 의회, Paks 원전용 핵연료 공급처 다변화 계획 승인
 - 2023년 11월 23일, 러시아 통신사인 Tass 보도에 따르면 헝가리 의회가 러시아산 핵연료에 의존해왔던 Paks 원전용 핵연료 공급처를 다변화하는 정부의 원전 정책 수정안을 승인함.
 - 정책 수정안에는 비러시아 공급사로부터 Paks 원전용 핵연료 조달이 가능하다고 명시됨. 헝가리 정부는 핵연료 운송이 안정적으로 유지되는 한 공급업체를 변경할 계획이 없다고 여러 차례 밝혔으나, EU 정책에 따라 핵연료 공급처 다변화를 모색하고 있는 상황임.
 - Tass는 헝가리가 러시아 TVEL로부터 핵연료를 공급받아왔으나 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 EU의 Rosatom 제재를 우려해 Paks 원전의 장기적인 안전과 안정적 가동 방안을 모색한 것으로 보도함.

■ 스페인

■ 현황

- 스페인은 2024년 4월 기준 5개의 부지(Almaraz, Valdehijos, Asco, Cofrentes, Trillo)에서 원자로 7기(총 발전용량 7,408MW)를 가동 중이며, 3기의 원전(총 1,116MW)이 영구정지 상태임. 건설 중인 원전은 없음.¹¹⁷⁾
 - 7기 모두 운영한 지 40년 이상이 되어 계속운전 중이고, 2028~2035년 사이에 계속운전 허가가 만료됨.
- 2022년 스페인의 총발전량은 292.5TWh로 이 중 원자력이 20%, 가스 29.4%, 풍력 21.5%, 태양광 12.2%, 수력 7.6%, 석탄 3%를 차지함.¹¹⁸⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2018년 6월 스페인 정부는 장기간 가동 중인 원전을 단계적으로 폐쇄하고 별도의 계속운전 시행 계획이 없다고 밝힌 바 있음.

117) <https://pris.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=ES>

118) Enerdata, Country Energy Report Hungary(2024.02.)

- 당시 총선에서 승리한 Pedro Sanchez 총리와 사회주의 노동자당은 오래된 원전에 대한 단계적 폐쇄 입장을 발표했으며, 향후 가동연수가 40년이 되는 원전을 별도의 계속운전 없이 차례로 폐쇄할 계획임을 밝힘.
- 스페인 정부는 2020년 1월 EC에 제출한 2030 국가 에너지·기후계획(National Energy and Climate Plan, NECP)에서도 이러한 정책 기조를 반영해 2027년부터 2035년까지 모든 원자력을 단계적으로 폐쇄하는 시나리오를 제시함. 해당 계획에 따르면 스페인 원전 설비 용량은 2030년까지 약 4GW가 축소된 이후(현재 가동 중인 7기 중 4기가 영구정지 예정), 2035년에는 가동 원전이 전무할 전망이다.¹¹⁹⁾
- 2023년 12월 스페인 정부는 2035년까지 가동 중인 5기의 단계적 폐쇄 시행을 공식화했으며, 2027년 Almaraz 1호기가 가장 먼저 영구정지될 예정임.
 - 해당 내용은 2023년 12월 27일 스페인 방폐물 관리 및 원자력시설 해체 정책을 담은 제 7차 방폐물 계획(Plan General de Residuos Radiactivos, 이하 PGRR)을 승인하면서 공식화되었음.
 - 제7차 PGRR에는 ① 2027년~2035년 사이 총 7기의 원자로 영구정지 시행, ② 원자로 영구정지 3년 후부터 해체 착수(2030년부터 해체가 진행될 Vandellòs 1호기 제외), ③ 해체 완료 전까지 극저준위·저준위·중준위폐기물 처분 전용 El Cabril 처분시설(Córdoba주) 운영, ④ 개별 원전 소내 사용후핵연료 건식저장시설(Almacenes Temporales Individualizados, ATI) 용량 확대, ⑤ 사용후핵연료·고준위폐기물 전용 심지층처분시설(Almacén Geológico Profundo, AGP) 2070년대 운영 등의 내용이 담김.
 - 방폐물 관리와 해체 비용 추산액은 약 202억 유로(약 29.8조 원)로 방폐물의 발생자부담원칙(polluter pays principle)에 따라 원전소유사가 조성한 기금을 통해 자금 조달될 예정임.

표 스페인 원전 운영 현황

원자로	노형	용량(MW)	상업운전	원전소유사(지분 %); 운영사	인허가 만료년도	영구정지 예정년도
Almaraz 1호기	PWR	1,049	1983	Iberdrola (53%) Endesa (36%)	2027.11.	2027
Almaraz 2호기	PWR	1,044	1984	Naturgy (11%); CNAT	2028.10.	2028
Asco 1호기	PWR	1,033	1984	Endesa (100%); ANAV	2030.10.	2029
Asco 2호기	PWR	1,027	1986	Endesa (85%) Iberdrola (15%); ANAV	2031.10.	2033

119) JAIF **스페인**의原子力動向, 2023.3., https://www.jaif.or.jp/information/nucleartrend_spain

IEA, Spain2021 Energy Policy Review, "The planned retirements of Spain's existing fleet of seven reactors(7.4GW of installed capacity) will begin in 2027, and by 2030, around 4GW of installed nuclear capacity is planned for orderly shutdown."

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/2f405ae0-4617-4e16-884c-7956d1945f64/Spain2021.pdf?>

원자로	노형	용량(MW)	상업운전	원전소유사(지분 %); 운영사	인허가 만료년도	영구정지 예정년도
Cofrentes	BWR	1,102	1985	Iberdrola (100%); Iberdrola	2030.11.	2030
Trillo 1호기	PWR	1,066	1988	Iberdrola (49%) Naturgy (34.5%) EDP (15.5%) Endesa (1%); CNAT	2024.11.	2035
Vandellós II	PWR	1,087	1988	Endesa (72%) Iberdrola (28%); ANAV	2030.07.	2034

자료: Foronuclear 및 csn¹²⁰⁾

스위스

■ 현황

- 2024년 4월 기준 4기(총 3,095MW)를 운영 중이며, 2기(총 397MW)를 영구정지함.
 - 스위스는 원전 가동 기간에 대한 법적 한도를 정하지 않고 있으며, 10년마다 주기적 안전 평가(Periodic Safety Review, PSR)를 시행하여 스위스 연방원자력안전감독청(ENSI)이 안전성을 인정하면 10년간 계속운전이 가능하며, 최초 운영 면허는 40년으로 발급됨.
 - 2016년 3월 2일 하원에서 원전 가동년수에 상한을 적용하는 법안이 부결됨.
- 2022년 스위스의 총발전량은 65.6TWh로 이 중 원자력이 36.8%, 수력 51.6%, 가스 0.6%, 태양광 5.9%를 차지함.¹²¹⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 스위스는 2018년 1월에 발표한 에너지전략 2050년(Energy Strategy 2050)을 통해 Beznau 1호기~2034년 Leibstadt 원전까지 당시 기준 스위스의 모든 원전(5기)를 단계적으로 폐쇄한다는 입장을 밝힘.
 - 해당 전략에는 재생에너지를 2020년 4,400GWh에서 2035년 11,400GWh로 확대하고 재생 에너지 시설 허가 절차를 신속히 진행하겠다는 내용 등이 포함됨.
- 스위스는 원자력에너지법(2003)에 따라 고준위방폐물과 중저준위방폐물 처분을 위한 심지층 처분 시설 건설을 추진 중임. 스위스 방사성 폐기물 전담 기관인 NAGRA (Swiss National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste)가 처분장 부지 선정을 담당함.

120) <https://www.foronuclear.org/en/nuclear-power/nuclear-power-in-spain/>
<https://www.csn.es/centrales-nucleares-de-espana>

121) Enerdata, Country Energy Report Switzerland(2024.02.)

- 심지층 처분 시설 부지는 2022년 9월 12일 독일 국경 인근의 북부 지역인 Nördlich Lägern으로 선정되었으며 계획상으로는 연방 정부의 최종 결정 및 의회 승인은 2030년, 국민 투표는 2031년에 시행될 예정임.
- Nagra는 2008년부터 부지 선정 절차를 진행해 Nördlich Lägern를 방폐물 최종처분시설 부지로 최종 선정하였음. Nagra는 후보지로 Zürich Nordost, Jura Ost, Nördlich Lägern를 선정한 후 2019~2022년 봄까지 지질 조사를 시행함. 그 결과 지질학적으로 Nördlich Lägern이 최종처분시설로 가장 적합하다고 평가함.
- 2024년 4월 Nagra는 자사가 100% 출자하는 공개 유한회사(publicly limited companies)인 Nagra gTL AG와 Nagra BEVA AG를 2024년 중반까지 설립해, 심지층 처분 시설과 사용후핵연료·고준위방폐물 밀봉처리시설의 건설·운영을 각각 담당할 예정이라고 밝힘.
- 중저준위방폐물 처분시설은 2050년에, 고준위방폐물 처분시설은 2060년에 가동될 예정임.
 - 사용후핵연료의 경우 Beznau, Gosgen 원전 부지 내 임시 저장 시설 또는 원전 운영 4개사가 공동 건설한 Wurenlingen 중앙집중형 중간저장시설(Zentrales Zwischenlager Wurenlingen, ZZL)에서 보관 중이며, ZZL에서는 사용후핵연료의 건식 저장과 중저준위 방폐물, 해외에서 재처리되어 반환된 유리고화체 등을 모두 보관 중임.¹²²⁾

■ 주요 이슈

- 스위스 원전운영사, 기존 원전의 계속운전 연장 시행 고려 중
 - 2023년 11월 해외 언론 보도에 따르면 스위스 원전운영사인 Axpo Holding AG와 Alpiq Holding AG는 가동 중인 원전을 당초 계획한 50년에서 60년~80년까지 계속운전을 시행하는 방안을 고려중임.¹²³⁾
 - Axpo는 Beznau 원전(각 380MW, PWR 2기)의 지분을 100% 소유하고 있으며, Leibstadt 원전(1,275MW, BWR)의 대주주로 두 원전을 60년까지 가동하고자 함. Beznau 원전과 Leibstadt 원전은 60년 계속운전 시행 시 각각 2030년과 2045년까지 가동될 예정임.
 - Alpiq는 Gösgen 원전(1,060MW, PWR)의 지분 40%를 보유 중이며, 해당 원전을 60년 또는 최대 80년까지 가동하는 방안을 고려중임. Gösgen 원전은 60년 계속운전 시행 시 2040년까지 가동될 예정임.
- 스위스 상원, 정부에 신규 원전 건설 가능성 검토 요구

122) 日本公益財団法人原子力安全研究協会, 令和2年度 文部化学省 委託調査事業 原子力平和利用確保調査 (諸外国における原子力の平和利用に関する状況の調査) 成果報告書 p817 (2021.03.)

123) 세계원전시장 인사이트 2023.11.24., Nucnet 2023.11.08., UxWeekly 2023.11.13, Nuclear Engineering 2023.11.09.

<https://www.neimagazine.com/news/newsswitzerland-to-extend-use-of-nuclear-11285853>

- 2024년 3월 스위스 상원은 전력 공급 확보를 위해 신규 원전 건설에 대한 '실현 가능한 시나리오' 검토를 촉구하는 요구안(postulate)을 과반수 찬성으로 채택했으며, 향후 연방 정부에 전달될 예정임.
- ※ 스위스 입법 체계에서 postulate는 연방정부에 신규 법률 초안 작성이나 특정 조치 시행 여부를 검토 및 보고하도록 하는 의회의 요청임.
- 자유민주당(FDP) 대표가 제출한 이번 요구안은, 연방 정부가 자국 원전의 장기 가동을 위해 필요한 방안을 수립하도록 요청함.
- 구체적으로 ① 자국의 신규 원전 건설 금지 법안 재검토, ② 향후 전원구성 개발, ③ 2030년까지 건설되어야 할 신규 원전 개수 명시, ④ 원전운영사의 비용 부담 완화 방안 수립, ⑤ 원자력압력용기와 같은 부품 교체 방안 수립 등을 촉구함.
- 스위스 중도당(CP), 국민당(SVP), FDP은 지지를, 녹색당과 좌파 정당은 반대를 표명함.

■ 벨기에

■ 현황

- 벨기에는 2024년 4월 기준 원자로 5기(총 발전용량 4,096MW)를 가동 중임.
- 2022년 벨기에의 총 발전량은 95.1TWh이며, 발전원별 비중은 원자력 46%, 가스 23%, 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 20%, 바이오매스 6%, 석탄 3%, 수력 2%임.¹²⁴⁾

■ 원자력 관련 주요 정책

- 2003년 1월 벨기에 의회는 원전의 단계적 폐지에 관한 법안을 승인함. 이에 따라 신규 원전 건설 금지, 기존 원전의 가동 수명 40년 제한이 결정됨. 이후 2011년 신정부가 출범해 상기 법안에 따라 2015년까지 2개의 원전을 폐쇄하고 2025년까지 나머지 원전을 폐쇄하는 안을 확정함. 이러한 원전의 단계적 폐지는 2020년 9월 출범한 연정에서도 계속됨.
 - Doel 1·2호기의 영구정지 시점에 대해 2012년 7월 회의에서는 2015년으로 결정했으나, 2014년 12월 결정에서는 전력 공급 안정성을 위해 Doel 1·2호기의 계속운전을 허용해 각각 2025년 2월 15일, 2025년 12월 1일까지 추가로 10년간 운영하기로 함.
 - 단, 2020년 9월 새 정부 출범당시 전력 공급 안정성에 차질이 발생할 경우 Doel 4호기와 Tihange 3호기를 2025년 이후에도 계속운전하는 방안이 합의록에 포함됨.
- 이후 2021년 12월 23일 벨기에의 다음 연립정부는 기존 원전의 단계적 감축을 유지하면서도 SMR에 1억 유로(약 1,464억 원)¹²⁵⁾를 투자하기로 결정함. 이후 2022년 3월 18일

124) Enerdata, Country Energy Report Belgium 2023.06.

벨기에 새 연립정부는 러시아-우크라이나 전쟁에 따른 에너지 가격 상승으로 인해 2025년까지 시행될 단계적 원전 폐쇄 정책에 따른 원전 영구정지 시점을 10년 연기하기로 결정함.

■ 주요 이슈

- 벨기에 정부, Doel 4호기 · Tihange 3호기 10년 계속운전 시행 위한 최종 협정 체결
 - 2023년 12월 3일 벨기에 정부와 프랑스 원전운영사 ENGIE는 Doel 4호기(1,090MW, PWR)와 Tihange 3호기(1,089MW, PWR)의 10년 계속운전 시행에 관한 최종 협정을 체결함.
 - 이번 최종 협정은 양측이 2023년 7월 체결한 구속력 없는 중간 협정에 대한 확인 · 비준을 목적으로 하며, 세부적인 협정 내용은 ① 2025년 11월까지 두 호기의 재가동을 위한 16~20억 유로(약 2.3~3조 원) 규모의 투자금 조달, ② 합작투자회사(지분 50:50)에 대한 법적 구조 확립, ③ 발전차액보조계약(CfD) 체결에 따른 위험 분담(CfD의 행사가격은 계속운전의 실제 비용을 토대로, 최초 가격 결정(2025년) 이후 계속운전의 최종 비용을 반영해 2035년까지 적용되도록 가격 개정(2028년) 예정), ④ ENGIE의 원자력시설에서 발생한 방폐물 처분 비용 책정(폐기물 종류에 따라 ENGIE가 2회에 걸쳐 총 150억 유로(약 22조 원) 지급)임.
 - Tinne Van der Straeten 벨기에 장관은 두 호기의 계속운전 시행에 관한 합의문이 정부와 행정법원의 승인 후 의회와 EU에 보내져 최종 승인을 거칠 예정이며, 2024년 6월에 예정된 연방 하원 선거 전까지 입법 절차를 완료할 것이라고 밝힘.
 - 2022년 3월 벨기에 정부는 2035년까지 두 호기의 10년 계속운전 시행 결정 후, ENGIE와 2022년 7월 계속운전 타당성 및 조건 설정에 관한 구속력 없는 의향서(Letter of Intent) 체결, 2023년 1월 계속운전 연구 관련 구속력 없는 신규 협정 체결, 2023년 7월 계속운전 시행 조건을 구체화한 구속력 없는 중간 협정 체결을 이행한 바 있음.
- 벨기에 · 이탈리아 · 루마니아 · 미국 컨소시엄, 납냉각고속로 SMR 개발 위한 양해각서 체결¹²⁵⁾
 - 2023년 11월 8일 벨기에는 이탈리아 · 루마니아 · 미국 기관 및 기업 컨소시엄에 합류해 납냉각고속로(LFR) SMR 실증 및 상용화 촉진을 위한 협력 양해각서(MOU)를 체결함.
 - 해당 컨소시엄은 납 냉각로 분야의 선도 기관(벨기에 SCK-CEN 원자력연구소, 루마니아 RATEN 원자력연구소, 이탈리아 국립 신기술 · 에너지 · 지속가능경제개발청(ENEA))과 원전 설계, 인허가, 건설, 가동 경험을 갖춘 이탈리아 원자력기업 Ansaldo Nucleare, 미국 Westinghouse Electric Company로 이루어짐.

125) 벨기에 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,464원)

126) <https://www.nucnet.org/news/first-smrs-could-be-online-by-2040-says-research-centre-head-11-2-2023>

- 5개의 국제 파트너 기관·기업들은 ① SCK-CEN 원자력연구소에 Westinghouse 설계를 기반으로 기술적·공학적 측면을 입증하기 위한 최초의 LFR SMR 실증로를 건설한 후, ② 루마니아에 300MWt 규모의 납냉각고속로실증로(ALFRED, Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator)를 건설해, 향후 상업용 LFR SMR의 기술적 및 경제적 타당성을 연구할 계획임.

■ 독일

■ 현황

- 독일은 2023년 4월 15일 마지막까지 운영하던 원전 3기(총 발전용량 4,291MW)의 영구 정지를 단행함. 이에 따라 가동 중인 원전은 없음.
 - 영구정지된 원자로로는 총 33기며 용량은 총 27,713MW¹²⁷⁾임.
- 2022년 독일의 총 발전량은 578.5TWh이며, 발전원별 비중은 재생에너지(풍력, 태양광, 지열) 32%, 석탄 33%, 가스 15%, 원자력 6%, 바이오매스 9%, 수력 4%, 석유 1%임.¹²⁸⁾

■ 원자력 관련 주요 정책¹²⁹⁾

- 독일은 2011년 후쿠시마 원전 사고를 계기로 당시 장기간 운영해 온 원전을 영구정지했으며, 기존의 계속운전 방침을 철회하고 2022년까지 모든 원전을 단계적으로 폐쇄하기로 결정함.
 - 독일 정부는 1980년 이전 건설된 7기의 원전(Biblis A, Neckarwestheim 1, Brunsbuettel, Biblis B, Isar 1, Unterweser, Phillipsburg 1)과 이미 장기적으로 가동 중지된 Kruemmel 원전에 대하여 후쿠시마 원전 사고 직후 3개월간의 즉각적인 가동중단 조치를 실시함. 이후 2011년 6월 독일 정부는 잠정적으로 가동이 중지된 원전에 대한 영구폐쇄를 결정함에 따라 총 8기의 원전(8,442MW)이 폐쇄됨.
- 2011년 탈원전 정책으로 피해를 입은 독일의 4대 원전운영사들(E.ON, RWE, Vattenfall, EnBW)은 정부를 상대로 손해배상 청구 소송을 제기하였으며, 2016년 12월 6일 연방 헌법재판소는 정부의 재산권 침해를 인정해, 정부에 배상금 지급 규정 제정을 지시함. 이에 따라 독일 정부는 2018년 보상규정을 신설한 후, 2021년 상기 원전운영사들에 총 25억 유로(약 3.6조 원)¹³⁰⁾의 보상금을 지급하는 대신 원전운영사들이 제기한 모든 법적 소송을 취하하는 것으로 합의함.

127) 영구 정지된 원자로의 용량은 연구로 포함 수치임.

128) Enerdata, Country Energy Report Germany 2023.06.

129) 세계 원전시장 인사이트, 2018.07.27.

130) 독일 내용 전체 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,465원)

- 2022년 7월 Scholz 총리는 에너지 공급 위기로 가동 중인 3기 원전(Emsland 원전(1,406MW, PWR), Isar 2호기(1,485MW, PWR), Neckarwestheim 2호기(1,400MW, PWR))의 계속운전 가능성을 고려한다는 입장을 표명하였고, 2022년 10월 Scholz 총리는 2022년 말로 영구정지가 예정된 원전 3기를 연장운전하기로 결정하였으며, 11월 연방 상하원은 이를 승인함.
 - 독일은 우크라이나 전쟁 여파로 인한 겨울철 정전 발생을 우려해 2022년 9월 4대 송전 시스템운영자가 수행한 전력망 스트레스 테스트 결과를 바탕으로 Isar 2호기, Neckarwestheim 2호기, Emsland 원전을 2023년 4월 중순까지 예비전력설비로 활용하기로 결정하고, 원전운영사와 연장운전 협정을 체결함.
- 2023년 4월 15일 독일은 Isar 2호기, Neckarwestheim 2호기, Emsland 원전을 영구정지함으로써 60년 이상 이어져 온 원전 가동을 종료함.

■ 주요 이슈

- 원전운영사 PreussenElektra, Grohnde 원전 및 Isar 2호기 해체 · 철거 승인 획득
 - 2023년 12월 11일 독일 E.On의 자회사인 원전운영사 PreussenElektra는 니더작센주(Land Niedersachsen) 환경 · 에너지 · 기후보호부로부터 Grohnde 원전(1,360MW, PWR)의 해체 · 철거 승인을 획득했으며, 2037년까지 해체 작업을 완료할 계획이라고 밝힘.
 - ※ PreussenElektra는 2017년 Grohnde 원전의 해체 · 철거 승인을 신청했으며, 니더작센주 환경 · 에너지 · 기후보호부는 6년에 걸친 검토 끝에 해당 원전 해체에 필요한 개별 절차 단계를 승인함.
 - 한편, 2024년 3월 22일 PreussenElektra는 바이에른주 환경 · 소비자보호부로부터 2023년 4월 15일에 영구정지한 Isar 2호기(1485 MW, PWR)의 해체 및 철거 허가를 취득함.
 - ※ PreussenElektra는 2019년 7월 해당 원자로의 해체 및 철거 신청서를 제출한 바 있으며, 해체 준비를 위해 사용후핵연료 193 다발 인출과 1차 냉각회로의 제염작업을 시행하였음.
 - ※ PreussenElektra는 현재 8개의 원전(Isar 1·2호기, Stade, Unterweser, Würgassen, Brokdorf, Grafenrheinfeld, Grohnde 원전) 해체를 담당하고 있음.
- 독일 정부, 2040년까지 핵융합 발전소 건설 목표로 신규 자금 지원 프로그램 발표
 - 2024년 3월 13일 독일 연방 교육연구부(BMBF)는 2040년까지 최초의 핵융합 발전소 건설을 목표로 민관파트너십(public-private partnership)형태의 핵융합 연구를 위한 신규 자금 지원 프로그램(Fusion 2040-Research on the way to a fusion power plant)을 발표함.
 - ※ 2023년 9월 BMBF는 2028년까지 5년에 걸쳐 핵융합 연구에 총 10억 유로(약 1.4 조 원)를 배정해, 자기(magnetic) 및 레이저(laser) 핵융합 연구 추진과 핵융합 생태계 구축 계획을 밝힌 바 있음.

- 신규 자금 지원 프로그램은 ① 연구 개발 단계(2030년대 초까지: 핵융합 발전소에 필요한 기술, 기자재, 부품 개발), ② 기술 이전 단계(2040년대 초까지: ① 단계의 성과를 토대로 발전소 설계 통합 시행), ③ 운영 단계(2040년대부터~: 전원 구성 보안을 위한 산업별 핵융합발전소 건설 및 운영)로 구성됨.

주요단신

북미
North America

북미

미국 Vogtle 원전 4호기, 착공 10년 만에 상업운전 시작

World Nuclear News 2024.04.29., Nuclear Newswire 2024.04.29.,
Ux Weekly 2024.04.29., Georgia Power 2024.04.29.

- 2024년 4월 29일 Georgia Power는 미국 내 유일하게 건설 중이었던 Vogtle 4호기(1,250 MW, PWR)가 상업운전을 시작했다고 발표함.
 - Vogtle 4호기는 2012년 2월 10일에 미 원자력규제위원회(NRC)로부터 건설 허가를 받고, 2013년 11월 19일에 착공함. 이후 2024년 2월 14일 최초임계 도달을 거쳐 같은 해 3월 6일 전력망에 연결됨.
 - 2012년 NRC는 30여 년 만에 Vogtle 3·4호기의 신규 대형 원자로 건설을 승인하였으며, Vogtle 3·4호기는 Tennessee 강 유역개발공사(TVA)의 Watts Bar 2호기(1,218MW, PWR)가 2016년 10월 19일에 상업운전을 시작한 이후 8년 만에 미국 내에서 상업운전을 시작한 원전이 됨.
 - 참고로, Vogtle 3호기는 2013년 3월 2일에 착공하여 2023년 3월 1일 최초임계에 도달한 이후, 같은 해 3월 31일 전력망에 연결되어 2023년 7월 31일 상업운전을 시작함.
 - Georgia Power의 모회사 Southern Company는 Georgia 주 동부 Waynesboro에 있는 Vogtle 원전(총 4,958MW, PWR 4기)은 매년 30GWh 이상의 전력을 생산할 것으로 예상되며, 이는 미국 내 최대 규모의 원전이라고 밝힘.
 - Georgia Power에 따르면 Vogtle 4호기는 약 50만 가구와 기업에 전력을 공급할 수 있음.
 - 당초 Vogtle 4호기는 2023년 말에 상업운전 시작 예정이었으나, 2024년 2월 해당 원자로의 냉각 시스템에서 진동이 발견되어 상업운전 일정이 4월에서 6월 사이로 연기됨.
 - 이에 앞서 2023년 10월 Vogtle 4호기 4개의 냉각재펌프(RCP) 중 한 개의 모터에 발생한 결함으로 상업운전 일정을 2024년 1분기로 한 차례 연기한 바 있음.

- 한편 Vogtle 3·4호기의 초기 건설비용은 140억 달러(약 19조 원)¹³¹⁾로 예정되어 있었으나, Vogtle 3·4호기의 총비용은 반복되는 상업운전 지연으로 당초 예산을 두 배나 초과한 300억 달러(약 42조 원) 이상이 투자됨.

■ 미국 Constellation, 미 NRC에 Illinois 주 Dresden 원전 2·3호기 2차 계속 운전 신청서 제출

Constellation 2024.04.17., World Nuclear News 2024.04.17.

- 2024년 4월 17일 미국 전력사 Constellation Energy Corporation(이하 ‘Constellation’)은 Illinois 주에 있는 Dresden 원전 2·3호기(총 1,885MW, BWR)의 2차 계속운전(Subsequent Licence Renewal, 이하 ‘SLR’) 신청서를 미 원자력규제위원회(NRC)에 제출했다고 발표함.
 - SLR 신청서를 바탕으로 NRC는 다년간의 규제 검토 절차를 시작하게 되며, 해당 절차에는 안전과 환경 문제에 대한 검토 진행과 함께 부지 점검 및 대중 참여가 포함됨.
 - SLR 승인 시 Dresden 2·3호기는 2049년과 2051년까지 가동이 가능함.
 - Dresden 2·3호기는 각각 1970년 6월 9일과 1971년 11월 16일에 상업운전을 시작하였으며, 2004년 10월 28일 NRC가 Dresden 2·3호기의 계속운전 신청을 승인함으로써 각각 2029년과 2031년까지 운영이 가능함.
- Illinois 주는 2021년 9월 J.B. Prizker 주지사가 원전 재정지원 제도가 담긴 포괄적 에너지 법안(Comprehensive Energy Bill)에 서명함으로써, Dresden 2·3호기 및 Byron 원전(총 2,452 MW, PWR 2기)이 조기 폐쇄 위기를 넘기고 탄소 저감 크레딧(carbon mitigation credit)으로 2022년 6월부터 2027년 5월까지 총 7억 달러(약 9,587억 원)의 재정지원을 받게 된 바 있음.
 - MWh당 탄소저감 크레딧의 상한선은 2022년 30달러(약 4만 원)이며, 2026년 35달러(약 4만 8천원)까지 매년 소폭 상승함.
 - 당시 Illinois 주가 상기 에너지 법안을 통과시키지 않았다면, Byron 원전과 Dresden 2·3호기는 각각 2021년 9월과 11월에 영구정지가 될 예정이었음.
 - 2015년 11월 19일 NRC는 Byron 원전의 계속운전 신청을 승인했으며, 이에 따라 1호기는 2044년 10월 31일까지, 2호기는 2046년 11월 6일까지 계속운전이 가능함.

131) 북미 단신 기사 내용 모두 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러=1,369원)

- 그러나 2020년 8월 Byron 원전과 Dresden 2·3호기의 발전 사업자였던 Exelon(현재 Constellation)은 원전의 경제성 악화를 이유로 해당 원전의 폐쇄를 발표하고, 2021년 7월 28일 NRC에 Byron 원전과 Dresden 2·3호기의 해체계획서를 제출한 바 있음.

■ 미국 X-energy의 TRISO 연료 제조시설, 약 2천억 원 세액공제 대상으로 선정

X-energy 2024.04.23., Nuclear Engineering International 2024.04.25.,
Nucnet 2024.04.25., Nuclear Newswire 2024.04.25.

- 2024년 4월 23일 미국 SMR 개발사 X-energy는 Tennessee 주 Oakridge에 있는 선진 핵연료 제조시설(advanced nuclear fuel fabrication facility, TX-1)에 대해 2027년 말까지 운영을 시작하는 것을 목표로 인플레이션감축법안(IRA)에 따라 1억 4,850만 달러(약 664억 원)의 세액공제(tax credit)를 지원받았다고 발표함.
 - 해당 지원은 미 에너지부, 재무부, 국세청이 공동으로 관리하는 시설 투자 세제 혜택(Qualifying Advanced Energy Project Tax Credit) 프로그램의 일부로, 미국의 선진 에너지 프로젝트 지원을 위해 개발되어 프로그램 비용의 일정 비율을 세금 공제로 돌려주는 방식으로 운영됨.
 - X-energy에 따르면 TX-1에서 선진형 연료인 TRISO-X를 상업생산하기 위해 2024년 말에 시설 건설이 시작될 예정임.
 - 삼중구조 균등성 연료 TRISO(Tristructural-isotropic, 삼중구조 피복관) 핵연료는 직경 0.6mm의 이산화우라늄(UO₂) 핵을 탄소와 탄화규소(SiC) 세라믹으로 삼중 피복한 것으로 직경이 약 1mm임.
 - X-energy는 TX-1 투자로 약 400개의 일자리 창출과 연간 최대 71만 4,000개의 TRISO 연료 펠렛 생산이 가능하다고 밝힘.
 - 미 에너지부는 2020년 10월 선진 원자로 실증 프로그램(Advanced Reactor Demonstration Program, ARDP) 지원 대상으로 X-energy를 선정하여 2029년 말까지 운영 중인 선진 원자로와 선진핵연료 제조 개발·인허가·건설·보급을 위해 최대 12억 달러(약 2조 원)의 연방정부 비용분담 자금을 지원한 바 있음.

■ 캐나다 연방정부, 2024년 연방 예산안에서 원전 건설 등 원자력 프로젝트 지원 강화 방침

Canadian Nuclear Association 2024.04.16., World Nuclear News 2024.04.17.,
Nuclear Engineering International 2024.04.19.

- 2024년 4월 16일 캐나다 Chrystia Freeland 부총리 겸 재무장관은 캐나다 경제 활성화 및 주택·환경 등 사회적 선결 과제 해결에 중점을 둔 2024년 연방 예산안(2024 Federal Budget)을 상정했으며, 여기에는 자국 내 원자력의 급속한 발전 지원을 목표로 원자력 프로젝트 일정 및 절차 간소화 내용과 함께 원전에서 생산된 전력에 대한 생산 세액 공제 관련 내용이 포함됨.
 - 이번에 발표된 예산안 중 경제성장 파트(Chapter 4: Economic Growth for Every Generation)내 탄소중립 경제달성을 위한 투자 부문(Attracting Investment for a Net-Zero Economy)에서는 원자력 관련 주요 프로젝트 일정과 절차를 단축하여 프로젝트가 빠르게 진행될 수 있도록 하는 조치사항(measures)이 명시되어 있음.
 - 구체적인 조치사항으로 캐나다 영향평가법(Impact Assessment Act) 개정이 포함되었는데, 연방정부가 지정한 프로젝트와 관련한 연방정부 영향평가(federal impact assessment)와 인허가 절차(permitting processes)를 완료하는 데 걸리는 시간을 5년 이하로, 비연방정부가 지정한 프로젝트 인허가에는 2년 이하의 기간 소요를 목표로 설정함.
 - 캐나다 원자력안전위원회(CNSC)와 캐나다 영향평가청(Impact Assessment Agency)이 협력하여 원자력 프로젝트 검토 기간을 3년으로 설정하는 것을 목표로 하고, 양 기관 간 중복되는 업무를 최소화하는 방안을 고려함으로써 프로젝트 절차를 더 효율화하는 방안이 제시됨.
 - 예산안에 따르면 2024-25 회계연도 정부의 총지출은 5,350억 캐나다 달러(약 536조 원)로 예상되며, 이 중 15억 캐나다 달러(약 2조 원)의 잔여 상환금(remaining amortization)이 포함된 약 31억 캐나다 달러(약 3조 원)의 대출금을 2025-26년부터 11년 동안 캐나다 원자력에너지공사(Atomic Energy of Canada Limited)에 제공함으로써 캐나다 원자력연구소가 진행 중인 원자력 과학 연구와 환경보호 및 부지 정화(site remediation) 작업을 지원할 계획임.
 - 또한 예산안에는 2023년 3월 28일 캐나다 정부가 새롭게 도입한 투자세액공제(Investment Tax Credit, ITC)에 따라 SMR과 대형 원전 건설 및 주요 설비개선 프로젝트와 관련해 설비 규모와 관계없이 15%의 투자세액공제를 공기업과 사기업, 지방자치단체

와 지역주민 공동체가 소유한 법인에 모두 적용 가능하도록 2024년 6월 1일에 시행할 것임을 명시함.

■ 캐나다 BWXT, Ontario 주 제조시설 8백억 원 규모 확장 계획 발표

BWXT 2024.04.19., Nuclear Newswire 2024.04.19., World Nuclear News 2024.04.22.

■ 2024년 4월 19일 캐나다 BWXT Technologies(이하 'BWXT')는 Ontario 주 Cambridge에 있는 자사의 제조시설에 첨단 제조장비 추가 및 시설 규모 확장을 위해 총 8천만 캐나다 달러(약 801억 원) 규모의 'BWXT Cambridge 확장 프로젝트(BWXT Cambridge Expansion Project)'를 발표함.

- BWXT는 북미에서 가장 큰 상업용 원자력 장비 제조시설을 보유한 기업으로 미국 Virginia에 본사를 두고 있으며, 미국과 캐나다, 영국에 14개의 시설을 보유 중임.
- BWXT Commercial Operations의 John MacQuarrie CEO에 따르면 제조시설 확장 공사에 5천만 캐나다 달러(약 501억 원)를 투자하여 시설 면적을 25% 확대하고, 대형 원전 부품 생산 확대 및 가속화를 위해 신규 장비 추가에 3천만 캐나다 달러(약 300억 원)를 투자할 계획임.
 - MacQuarrie CEO는 제조시설 확장 시 생산 능력 향상과 함께 200개 이상의 일자리를 창출할 수 있을 것이라고 덧붙임.
- BWXT에 따르면 BWXT Cambridge 확장 프로젝트는 2024년 3분기에 착수될 예정이며, 2026년 중반에 건설 작업이 완료될 것으로 예상됨.
 - 또한 BWXT는 기술 개발 및 훈련을 담당하는 BWXT의 프로젝트·현장서비스(Projects and Field Services) 사업부가 Ontario 주 Kitchener에 있는 15만 평방피트 규모의 독립된 시설로 이전될 계획이라고 밝힘.

■ 캐나다 CNSC, Darlington SMR 사업 기존 환경평가가 BWRX-300에 적용 가능하다고 결론

Government of Canada 2024.04.22., Nuclear Engineering International 2024.04.24.,
Nucnet 2024.04.26., Ux Weekly 2024.04.29.

■ 2024년 4월 22일 캐나다 원자력안전위원회(CNSC)는 Darlington 원전 부지에 SMR 건설을 추진하는 'Darlington 원자력 프로젝트(Darlington New Nuclear Project, DNPP)'에 대한

기존 환경평가(Environmental Assessment, EA)가 GE Hitachi(GEH)의 BWRX-300 원자로에 적용가능하다고 발표함.

- 2011년 8월에 발표된 EA 보고서에서는 캐나다 원전 운영사 OPG가 건설 및 운영 중 적절한 완화조치 (mitigation measures)를 실시한다면 Darlington 원전 부지(총 3,736MW, PHWR)에 최대 4기의 원자로를 추가로 보급하는 프로젝트가 환경에 심각한 부정적인 영향을 초래하지 않을 것이라고 결론을 내림.
 - 이에 따라 CNSC는 BWRX-300이 이전에 고려했던 원자로 기술과 근본적인 차이가 없으므로 새로운 EA 보고서가 필요하지 않다고 판단함.
- CNSC에 따르면 이번 EA 발표에는 Darlington 원전 부지에 BWRX-300 건설을 승인하는 내용이 포함되지는 않으며, 향후 공청회를 열어 해당 부지에 BWRX-300 최초호기 건설을 위한 OPG의 건설허가 신청을 검토할 예정임.
 - Darlington 부지는 캐나다에서 유일하게 SMR 관련 환경 평가 및 부지허가가 진행된 곳임.
 - 2024년 1월 OPG는 BWRX-300의 환경평가 적용 가능성에 대한 규제 청문회를 완료함.
- OPG는 2022년 10월 CNSC에 Darlington 원전 부지에 BWRX-300 최초호기를 건설하기 위한 건설허가 신청서를 제출한 바 있으며, 2023년 7월에는 Ontario 주 정부와 협력하여 BWRX-300 3기를 추가로 건설하기 위한 계획을 발표함.

기타 단신

■ 미 에너지부, 25개 대학 등의 원자력 R&D에 약 8백억 원 지원

Office of Nuclear Energy 2024.04.15., Nuclear Newswire 2024.04.19.

- 2024년 4월 15일 미 에너지부 원자력국(Office of Nuclear Energy, 이하 'DOE-NE')은 원자력 R&D 지원 및 연구 시설의 접근성을 높일 수 있도록 25개의 미국 대학교, 2개의 미 에너지부 산하 국립 연구소, 1개의 산업 단체에 총 5,970만 달러(약 817억 원)를 지급함.
 - 이번 지원은 각각 원자력 대학 연구지원 프로그램(Nuclear Energy University Program, NEUP), 대학 · 산업계 · 국립 연구소가 공동으로 수행하는 원자력 연구개발 프로그램인 IRP(Integrated Research Projects), 핵연료 및 물질 응용연구 역량 강화 프로그램인 NUSF(Nuclear Science User Facilities)에 대한 것임.

표 미 에너지부 원자력 R&D 프로그램 지원 대상 및 내용

R&D 프로그램	지원금	지원 내용
NEUP	4,400만 달러 (약 602억 원)	22개 주 25개 대학 원자력 연구개발 프로그램 지원과 함께, 교수 및 학생들의 민간 원자력 능력 함양 위한 혁신적인 기술과 솔루션을 개발할 수 있는 기회 제공
IRP	900만 달러 (약 123억 원)	3개의 다학제간 협력 지원으로 원자력 연구과제 및 역량 격차 완화
NSUF	660만 달러 (약 90억 원)	2개의 국립연구소, 1개의 산업단체, 4개의 대학 주도 프로그램에 NSUF를 바탕으로 중성자 실험과 이온 조사(ion irradiation) 테스트, 조사 후 시험(post-irradiation examination), 싱크로트론 빔라인(synchrotron beamline) 능력과 기술 지원

자료: Office of Nuclear Energy(2024.04.15.)

미국 USNC, Peregrine Turbine Technologies와 MMR 에너지변환·열교환 기술 협력 발표

Ultra Safe Nuclear 2024.04.15., World Nuclear News 2024.04.16., Nuclear Engineering International 2024.04.18.

- 2024년 4월 15일 미국 MMR 개발사 USNC는 미국 가스터빈 엔진기술 개발사 Peregrine Turbine Technologies(이하 'PTT')와 자사의 초소형원자로(MMR)인 Pylon에 PTT의 초임계이산화탄소(sCO₂) 에너지 변환 시스템과 선진 열교환기(advanced heat exchanger) 기술 접목을 위한 협력(collaboration)을 발표함.

※ 2012년에 설립된 PTT는 sCO₂ 터빈 발전, 에너지 저장과 추진 시스템(propulsion systems)의 개발과 보급에 주력하고 있으며, 선진 원자로에 적용 가능한 에너지 변환 시스템도 설계함.

- 이를 통해 해당 원자로는 외진 곳, 해양과 우주 보급을 포함한 특정 지형이나 환경을 고려해 설계된 모듈식 보조기기(modular balance of plants)와 결합할 수 있음.
 - USNC가 개발한 Pylon 원자로는 최대 3년 동안 1.5MW에서 5MW의 전력을 생산하도록 설계된 10톤 컨테이너식 시스템(containerised system)으로, 자사의 FCM(Full Ceramic Micro-encapsulated) 연료 기술을 기반으로 함.

미국 L&H Industrial, 캐나다 BWXT와 초소형원자로 산업부문 활용 위한 공동개발협약 체결

World Nuclear News 2024.04.25., L&H International 2024.04.25.

- 2024년 4월 25일 미국 기계설비 제조 기업인 L&H Industrial, Inc는 미국 원전 엔지니어링

기업 BWXT Advanced Technologies LLC(BWXT)와 함께 Wyoming 주를 시작으로 BWXT가 개발 중인 초소형원자로를 산업부문 열 및 전력 공급용으로 활용하기 위한 공동개발협약(joint development agreement)을 체결했다고 밝힘.

- BWXT가 개발 중인 선진 원자로(BWXT Advanced Nuclear Reactor, BANR)는 삼중 구조 균등성 연료(TRISO)를 사용하는 50MW 규모의 고온가스냉각로임.
- L&H는 에너지 집약적인 산업에 최선의 해결책을 제공해 열병합 발전(cogeneration)을 위한 새로운 표준(new standard)을 세우고 있는 중이라고 밝힘.

■ 캐나다 Terrestrial Energy, 프랑스 Schneider Electric과 IMSR 산업부문 활용 위한 MOU 체결

World Nuclear News 2024.04.25., Nucnet 2024.04.25., Ux Weekly 2024.04.29.

- 2024년 4월 22일 캐나다 Terrestrial Energy는 프랑스 기술개발 기업 Schneider Electric과 400MW급 모듈형 일체형 용융염 원자로(Integral Molten Salt Reactor, IMSR) 보급 진전 및 IMSR 기반 산업시설 전력 요구 사항 충족 등을 공동으로 추진하는 내용의 양해각서(MOU)를 체결했다고 발표함.
 - 양사는 이번 MOU가 데이터센터 관련 기업과 수소, 암모니아, 알루미늄 및 철강 생산과 같은 산업 공정을 운영하는 기업들이 직면한 주요 에너지 문제 해결책을 제공하는 것을 목표로 한다고 밝힘.
 - Terrestrial Energy는 자사의 IMSR을 대형 데이터센터 전력 공급 및 중공업 시설 열병합 발전(cogeneration) 제공에 사용하는 등의 산업 적용과 함께 Schneider Electric의 디지털 트윈 기술(digital twin technology)이 제공하는 성능 향상과 지속 가능성이 접이 결합했을 때 시너지 효과를 줄 수 있을 것으로 기대함.

주요단신

유럽 Europe



■ 프랑스 Framatome, 영국 Sizewell C 원전 개발사와 기자재 공급 위한 수십 억 유로 규모 다수 계약 체결

Framatome 2024.04.15., Nuclear Engineering International 2024.04.18.

- 2024년 4월 15일 프랑스 Framatome은 Sizewell C 신규 원전(3.2GW, PWR 2기)을 위해 설립된 Sizewell C Ltd와 설계·공급·시운전 등에 걸친 두 원자로의 1차 계통 공급, 안전 관련 계측·제어 계통 공급, 장기 핵연료 제조·공급, 원전 운영 지원을 위한 정비 서비스 제공 등을 포함하는 수십억 유로 규모의 다수의 계약을 체결함.
 - 다만, Framatome 및 Sizewell C Ltd 측은 구체적인 계약 금액을 공개하지는 않음.
 - Sizewell C 신규 원전 프로젝트는 영국 정부가 2050년까지 원전 설비 확대(기존 7GW → 최대 24GW)의 일환으로, Suffolk주 Sizewell 부지에 EDF의 EPR 노형 2기를 건설하는 것으로, 총 비용은 약 200억 파운드, 건설 기간은 9년으로 예상됨.
 - 현재 영국 정부와 EDF는 2024년 말 시행될 최종투자결정(FID)을 앞두고 Sizewell C 프로젝트 추진을 위한 신규 투자자 확보를 위해 노력하고 있음.

■ 벨기에 하원, Tihange 3호기 및 Doel 4호기 2035년까지 계속운전 시행 법안 승인

LeSoir 2024.04.19., Nucnet 2024.04.24.

- 2024년 4월 19일 벨기에 하원은 2025년까지 단계적으로 폐쇄될 예정이었던 Doel 4호기(1,090MW, PWR) 및 Tihange 3호기(1,089MW, PWR)에 대해 2035년까지 계속운전 시행을 허용하는 법안을 승인함.
 - Tinne Van der Straeten 에너지부 장관이 작성한 해당 법안은 2003년에 제정된 단계적 원자력 폐지법 개정, 합작투자회사(Bewatt) 설립, 원자력 손해배상의 재정 관리와 관련 지출 통제를 담당하는 공공기관(Hedera) 설립을 명시함.

- 상기 두 호기는 당초 예상보다 1년 빠른 2025년 11월 재가동될 예정이며, 프랑스 원전 운영사 ENGIE는 방폐물 처분을 위해 정부에 150억 유로(약 22조 원)¹³²⁾를 납부하고 두 호기의 해체 작업을 위한 80억 유로(약 12조 원)를 확보할 계획임.
- 벨기에 정부는 2022년 3월 2035년까지 두 호기의 10년 계속운전 시행을 결정하였고, 2023년 12월 3일 ENGIE와 최종 협정을 체결한 바 있음.
 - 당시 협정에서 ① 2025년 11월까지 재가동을 위한 16~20억 유로(약 2.3~3조 원)규모의 투자금 조달, ② 합작투자회사(지분 50:50)에 대한 법적 구조 확립, ③ 발전차액보조계약(CfD) 체결에 따른 위험 분담, ④ ENGIE의 방폐물 처분 비용 책정(총 150억 유로(약 22조 원))이 확정됨.

■ 영국 Sheffield Forgemasters, 미국기계학회(ASME) 인증 취득

Sheffield Forgemasters 2024.04.18., World Nuclear News 2024.04.19.

- 2024년 4월 18일 영국 내 SMR용 기자재 제조를 담당하는 유일한 업체인 단조 및 주조 제조기업 Sheffield Forgemasters는 원자력 포함 일반산업분야 인증기관인 미국기계학회(ASME)로부터 SMR 발전소의 개발 및 납품을 지원하는 업체로 인증을 받았다고 밝힘.
 - 이번 인증은 올해 2월 Sheffield Forgemasters가 국소 전자빔 용접(Local Electron-Beam Welding, LEBW)을 사용해 1년 이상 소요되는 수동 용접 시간을 24시간 미만으로 단축하는 용접 기술을 개발한 후 이루어짐.
 - Sheffield Forgemasters의 원자력 인증 취득은 ASME 섹션 III Division I NCA 3300 (NCA 3800), NCA 4000, NQA-1 Code 조사 및 심사와 소재 제조자(Material Organisation) (MO) 및 용접(Welding)(NPT) 인증 권장 절차에 따른 것임.
 - Sheffield Forgemasters는 ASME으로부터 1992년 원자력 소재 제조자(Nuclear Material Organisation) 인증을 받은 바 있음.
 - Sheffield Forgemasters는 Rolls-Royce SMR, NuScale, GE Hitachi Nuclear Energy, Holtec Britain, X-energy 등 다수의 SMR 개발업체들과 양해각서를 체결한 바 있음.

132) 유럽 단신 기사 내용 모두 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1유로=1,468원)

■ Westinghouse, 불가리아 Kozloduy 신규 원전 공급망 구축 위해 현지 공급 업체와 양해각서 체결

Westinghouse 2024.04.12., Nuclear Engineering International 2024.04.16.

- 2024년 4월 12일 미국 원자력 기업인 Westinghouse는 불가리아 Kozloduy 원전에 자사의 AP1000 노형 2기(Kozloduy 7·8호기) 건설 및 기타 프로젝트 협력을 지원할 불가리아 현지 공급업체 17곳과 양해각서(MOU)를 체결함.
 - Westinghouse에 따르면, 이번 협정은 2024년 2월부터 시작된 불가리아 현지 기업들과의 지속적인 공급망 확대 협력의 결과로 대형 구조물 모듈, 크레인, 열 교환기, 압력용기, 엔지니어링, 운송, 컨설팅, 건설 서비스 제공 등의 분야를 포함함.
 - 17개의 불가리아 공급업체는 Atomenergoremont JSC(원전 장비 유지 보수 및 수리), Bulmachinery Enterprises Ltd(중장비 제조), Bureau Veritas Bulgaria(인증기관), Centralna Energoremontna Baza EAD(변압기 수리), ELIA AD(전기 건설 및 장비 생산), Energoremont-Galabovo AD(열 교환기 제조), Himmash JSC(중장비 공급), Industrial Parts Ltd.(배관 공급), KMC JSC(에너지산업 수리 서비스), Kranostroene Engineering LTD(크레인 설계 및 생산), MTG-Dolphin PLC(조선소), PODEMCRANE AD(크레인 부품 공급), Tia Logistics LTD(운송 및 물류), TM INOX Ltd.(엔지니어링), Biomashinostroene AD(탱크, 열 교환기 공급), Bularmex-IK JSCo(밸브 생산), Micromet AD(압력용기 제조)임.
 - 2023년 6월 Westinghouse는 불가리아 국영기업 Kozloduy NPP-Newbuild으로부터 선행주기 엔지니어링·설계(Front-End Engineering and Design, FEED) 계약을 수주 하였으며, 같은 해 10월 불가리아 공급업체 5곳(계측 및 제어 시스템, 방사선 모니터링 시스템 등)과 Kozloduy 7·8호기 건설 및 기타 프로젝트 지원을 위한 MOU를 체결한 바 있음.

■ 미국 Bechtel, 폴란드 최초 원전 건설 위한 지질조사작업 착수

Bechtel 2024.04.24., World Nuclear News 2024.04.26.

- 2024년 4월 24일 미국 엔지니어링 기업 Bechtel은 폴란드 최초 원전 건설 추진을 위해 Choczewo 지자체 내 Lubiatowo-Kopalino 부지에 대해 5월부터 11월까지 해당부지(약 300,000m²)의 20~210m 깊이에서 약 220개의 연구 지점에 대한 지질조사작업을 시작한다고 밝힘.

- 미국 Westinghouse 컨소시엄에서 AP1000 노형 3기의 EPC를 담당하는 Bechtel은 폴란드 공급업체인 PSD Poland와 지질 조사작업 계약을 체결했으며, 오는 11월에 작업을 완료할 예정임.
 - 조사 결과는 Westinghouse-Bechtel 컨소시엄이 담당하는 발전소 설계 과정과 폴란드 원자력규제기관(PAA)의 건설 허가에 필요한 보고서 작성에 반영될 예정임.
- Westinghouse-Bechtel 컨소시엄과의 계약 주체인 폴란드 국영기업 PEJ는 2023년 10월 Pomerania주로부터 해당 부지 허가를 취득한 바 있으며, 향후 Pomerania주로부터 사전작업(preparatory work) 허가 취득, 원자력규제기관(PAA)으로부터 건축(building) 허가 취득, Pomerania주로부터 착공(construction) 허가 취득을 진행할 예정임.

■ 우크라이나 Energoatom, Westinghouse과 원전부지 개발 착수 행사 개최 및 Holtec과 SMR 기자재 생산 기본협약 체결

Nuclear Engineering International 2024.04.17., UxWeekly 2024.4.15./22.

- 2024년 4월 11일 우크라이나 원전운영사 Energoatom는 Westinghouse 대표단과 함께 Khmelnytsky 부지에 Westinghouse AP1000 노형(1,100MW, PWR)을 적용하는 Khmelnytsky 5·6호기 건설을 위한 부지 개발 작업에 착수했음을 공표하는 행사(ceremony)를 가짐.
 - 이와 관련하여 우크라이나 에너지부는 건설 인력이 Khmelnytsky 5호기의 부지 정지 작업을 시작해 새로운 콘크리트 배수로를 설치했다고 발표함.
 - 그러나 Energoatom이나 Westinghouse 모두 원전 건설의 구체적인 일정을 제시하지는 않음.
- 한편, 2024년 4월 16일 Energoatom은 미국 원전 부품 제조·설계 전문기업 Holtec International과 SMR용 구조물·계통·기기(SSC)의 현지 생산, 사용후핵연료 저장 및 운송 등을 포함한 우크라이나 에너지 인프라 재건을 위한 기본 협약을 체결함.
 - 이는 2023년 4월 양측이 우크라이나 내에 최대 20기의 Holtec SMR-300을 도입하기 위해 체결한 협약의 후속 조치로서 해당 사업의 가속화를 목적으로 함.

■ 불가리아 원자력규제청, Kozloduy 5호기용 Westinghouse의 첫 핵연료 사용 승인

UxWeekly 2024.04.22., Nuclear Engineering International 2024.04.24.

- 2024년 4월 22일 불가리아 원자력규제청(NRA)은 지난 4월 20일 Westinghouse가 제조한 핵연료집합체가 Kozloduy 원전에 인도됨에 따라 VVER-1000 노형이 적용된 Kozloduy 5호기(1,040MW, PWR)에 공급될 해당 핵연료의 사용을 승인함.
 - Kozloduy 원전에 따르면, 이번 연료집합체 인도는 Westinghouse와 체결한 Kozloduy 5호기용 핵연료 공급 계약(2022년 12월)이 일환으로, 오는 5월 초에 예정된 계획예방 정비기간에 Westinghouse의 핵연료집합체가 장전될 예정임.
 - Kozloduy 원전은 러시아 국영 핵연료 제조업체인 Tvel과의 핵연료 공급 계약이 2024년 말 만료될 예정이라고 밝힘.
 - NRA은 Wetinghouse 핵연료집합체의 인허가 심사 절차에 많은 인력이 투입되었다고 밝히며, 비러시아산 핵연료로의 단계적 전환은 약 4년에 걸쳐 이루어질 예정이라고 밝힘.
 - NRA은 75개 이상의 핵연료 설계 보고서와 수정된 운영 문서를 평가했으며, 현재·후속 규제 관리와 관련해 Kozloduy 원전측에 신규 핵연료 사용 전환과 관련된 추가 요건을 제시함.

■ 노르웨이 지자체, SMR 발전소 구역 지정 작업 착수

World Nuclear News 2024.04.10.

- 노르웨이 Trøndelag 주의 Heim 지자체는 원전 건설 구역을 지정하고 기존의 개발 계획을 철회하는 규제 절차 개시를 발표함. 이는 2023년 11월 원자력기업 Norsk Kjernekraft가 노르웨이 석유·에너지부에 Aure 및 Heim 지자체 내 SMR 발전소 건설 제안서를 제출한 것에 따른 것임.
 - Heim와 Aure 지역 사이에 위치한 공동 산업단지가 대상 지역이며, Heim 지자체는 방사선 방호 및 원자력안전국(DSA), 노르웨이 수자원에너지국(NVE), 전력망운영사 Statnett, 환경청 등에 해당 사안을 통보해 관련 피드백을 받을 예정임.

■ 폴란드 정부, 국영기업 Industria가 제출한 영국 Rolls-Royce SMR 노형 도입 사전허가서에 대해 긍정적 신호

World Nuclear News 2024.04.26., UxWeekly 2024.04.29.

- 2024년 4월 25일 폴란드 기후·환경부는 국가 자산부 장관, 안보부, 폴란드 수석 지질학자로부터 긍정적인 의견을 확보해, 2023년 12월 국영기업 Industria가 제출한 영국 Rolls-Royce SMR의 SMR(470MW, PWR) 발전소 도입을 위한 사전허가서(DIP) 신청서 승인이 가능해졌다고 밝힘.
 - ※ DIP는 사업자가 계획한 프로젝트 투자가 공익과 정부 정책에 부합함을 공식적으로 확인하고, 사업자에게 원전 건설·가동 관련 부지 선정 및 기타 인허가 신청 권한을 부여하는 절차임.
- Industria는 SMR용 부품 및 모듈 공급망을 개발 중으로 매년 5만 톤의 저탄소 수소를 생산할 중앙수소클러스터(Central Hydrogen Cluster) 구축을 위해 최대 3기의 SMR 도입을 계획하고 있음.
 - Industria는 Rolls-Royce SMR과 폴란드 중남부에 SMR 도입을 위한 의향서(MOI) 체결(2023년 2월) 및 Kostrzyn-Słubicka 경제특구와 Rolls-Royce SMR 노형을 적용한 SMR 발전소 건설 관련 협력 의향서 체결(2023년 7월)을 진행해왔음.

■ 가나, 중국과 HPR-1000 프로젝트 및 전력망 업그레이드 관련 기본 협정 체결

Nuclear Engineering International 2024.04.25., UxWeekly 2024.04.29.

- 2024년 4월 24일 가나 원자력 발전(NPG)은 중국 핵공업집단공사(CNNC)와 네덜란드에서 열린 제26차 세계에너지총회(World Energy Congress)에서 가나 내 HPR-1000 (Hualong One) 노형 도입 및 전력망 업그레이드를 위한 기본 협정을 체결함.
 - 현재 NPG는 6개국(캐나다, 중국, 프랑스, 러시아, 한국, 미국)을 대상으로 원자로 공급 업체 선정 절차를 진행 중으로, 상기 후보업체들로부터 6기의 대형 원전(700~1,400MW) 건설 및 9기의 SMR(50~300MW) 발전소 건설 제안서를 접수한 바 있음.
 - 2023년 9월 NPG는 자국 최초 원전(1,000MW)의 후보 부지로 Nsuban과 Obotan을 선정했으며 두 부지에 대한 상세한 기술 평가 진행되고 있다고 발표함.

주요단신

아시아 Asia



아시아

■ 일본 이카타 원전, 시코쿠 해협 6.6 강진에 출력 2% 저하...안전에는 영향 없어

朝日新聞 2024.04.18., 毎日新聞 2024.04.19., 東京新聞 2024.04.19.,
四国電力 '地震による伊方発電所の状況について' 2024.04.18./04.25.

■ 4월 18일 일본 시코쿠전력은 에히메현과 오이타현 사이의 분고 수도 해협에서 4월 17일 규모 6.6의 강진이 발생한 후 인근에서 가동 중이던 이카타 원전 3호기(890MW, PWR)의 발전 출력이 약 2% 저하되었지만, 안전에 미치는 영향은 없다고 발표함.

- 진원에서 약 30km 내에 위치한 이카타 원전은 총 3기로 구성되며, 1·2호기(각 566MW, PWR)는 2016년과 2018년 각각 영구 정지해 현재 해체 작업 중이고, 3호기(890MW, PWR)는 2016년 9월 7일부터 상업 운전을 재개함.
- 시코쿠전력은 지진 발생 후 이카타 3호기에서 터빈에 보내는 증기 가열 장치의 탱크 수위계에 문제가 발생해 발전 효율이 떨어져 발전기 출력이 약 2% 떨어졌고, 원인을 파악 중이며 해체 작업 중인 1·2호기에도 이상은 없다고 밝힘.
- 더불어 이카타 3호기에서 수평 방향으로 33gal[※]을 관측했지만, 자동 정지하는 설정값인 190gal을 밑돌아 운전 상태를 유지 중이라고 밝힘.

※ 지진으로 발생하는 지면의 움직임으로 단위로 1g = 980gal임.

그림 1 4월 17일 발생한 지진의 진원과 이카타원전의 위치



자료: 東京新聞(2024.04.19.)

■ 일본, 7차 에너지기본계획에서 2040년도 최적 전원 구성 수립 예정

日本經濟新聞 2024.04.15.

- 일본경제신문 4월 15일 보도에 따르면, 경제산업성은 2024년도에 중장기 에너지 정책의 방향성을 제시하는 에너지기본계획을 개정할 예정이며, 해당 계획 수립 시 2040년도 최적 전원 구성도 함께 수립할 계획임.
 - 일본은 약 3년에 한 번 에너지기본계획을 재검토하며, 일본경제신문은 정부가 2035년도에 2013년도 대비 온실가스를 66% 감축하는 방안을 기준으로 논의를 추진할 예정이라고 전함.
 - 파리협정에서는 2025년 2월에 국가별로 2035년까지 달성할 온실가스 감축 목표를 제출하도록 결정함.
 - 2021년 발표한 현행 에너지기본계획(6차)에서는 2030년도 온실가스를 2013년도 대비 46% 감축하겠다는 목표를 세웠고, 2030년도 최적 전원 구성을 제시함.
 - 또한, 이번 에너지기본계획에서는 2040년도 최적 전원 구성도 수립할 방침임.
 - 기존에 일본 정부는 최적 전원 구성을 2030년도까지만 제시해, 기업과 경제단체가 정부에 에너지 투자 추진을 위한 장기적인 전망 제시를 요청해, 정부가 이를 반영함.
 - 신문은 향후 생성 AI 이용 확대로 전력 소비량 급증이 전망되므로 정부가 전력수요에 대한 다양한 증감 시나리오를 구상하고, 이를 토대로 전원 구성안을 검토할 것으로 전망함.

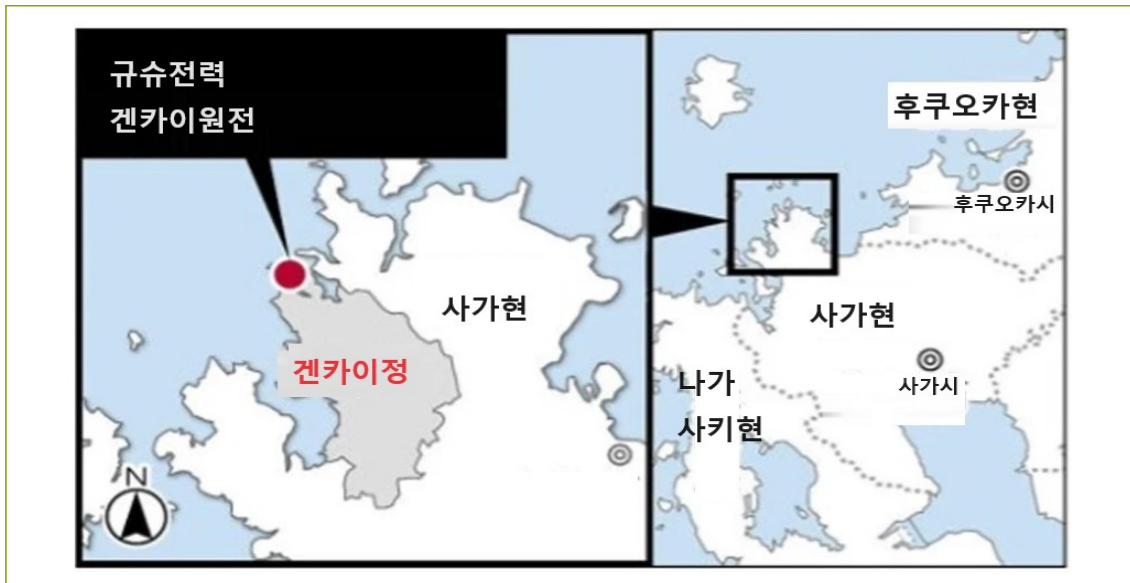
■ 일본 규슈지방 겐카이정 의회, 방폐물 최종처분시설 적합성 조사 청원 채택

세계원전시장 인사이트 2024.02.23., 朝日新聞 2021.09.03., 日本經濟新聞 2024.04.15., NHK 2024.4.26./4.30., 読売新聞 2024.04.28., 朝日新聞 2024.05.01.

- 4월 26일 일본 남단에 위치한 규슈지방의 사가현 겐카이정 의회는 겐카이정의 방폐물 최종처분장[※] 후보지 1단계 조사 요청에 대한 청원을 다수의 의원이 찬성해 채택함. 향후 조사 신청에 대한 최종 의사 결정권자인 정장이 5월 중 해당 조사에 대한 수용 여부를 결정해 입장을 밝힐 예정임.
 - ※ 일본 방사성폐기물 최종 처분장에는 고준위 방폐물과 지층 처분이 필요한 저준위 방폐물(일본 방폐물 분류 기준)이 처분될 예정임. 한국 중·저준위 방폐물은 일본의 저준위 방폐물에 포함됨.
- 의회에서 위원장을 제외한 9명 중 6명이 찬성, 3명이 반대해 청원이 채택됨. 해당 청원은 겐카이정의 여관 및 음식업 조합, 방재대책협의회 총 3개 단체가 제출했고, 원전이 위치한 지자체에서 최종처분장 후보지 1단계 조사 신청을 요청하는 청원은 이번이 처음임.

- 겐카이정에는 규슈전력 겐카이 3·4호기(각 1,180MW, PWR)가 2018년 5월과 7월 각각 상업 운전을 재개했으며, 해당 원전 내에는 2025년도부터 사용후핵연료 건식저장시설이 설치될 예정임.
- 최종처분장 후보지 1단계 조사는 문헌조사로 대상 지역의 과거 발생 재해와 지질 기록을 조사하고, 활단층 유무와 토지 침식 상황을 확인함. 정부는 조사를 받는 지자체에 연간 최대 10억 엔(약 88.1억 원)¹³³⁾을 교부함.
 - 현재까지 1단계 조사를 실시한 곳은 홋카이도의 슛쓰정과 가미에나이정이 있음.
- 한편, 5월 1일 일본 경제산업성도 겐카이정 정장에게 최종처분장 후보지 1단계 조사를 제의하는 서류를 전달해, 정장은 향후 조사 추진 여부를 검토하겠다고 답변함.
 - 1단계 조사는 기초지자체가 최종처분사업자인 원자력발전환경정비기구(Nuclear Waste Management Organization of Japan)에 직접 조사를 신청하여 진행하거나, 정부가 지역에 조사 제의를 하여 이를 수용하는 두 가지 형태로 진행됨.
 - NHK는 4월 30일 겐카이정에 대한 경제산업성의 조사 제의에 대해 정장의 결정을 재촉하려는 의도로 보인다고 보도함.

그림 2 규슈 지방 겐카이정 위치



자료: 読売新聞(2024.04.28.)

133) 일본 단신 기사 내용 모두 2024년 4월 30일 환율 기준 적용(100엔 = 약 881원)

■ 일본 JAEA, 영국 NNL과 고온가스로 연료생산 기술에서 협력

세계원전시장 인사이트 2023.07.21./2023.09.15., JAEA, 日本經濟新聞, 原子力産業新聞 2024.04.23.

- 4월 23일 일본원자력연구개발기구(Japan Atomic Energy Agency, JAEA)는 영국 국립원자력연구소(National Nuclear Laboratory, NNL)와 고온가스로(high-temperature gas-cooled reactor, HTGR)용 연료 생산 기술 개발 협력을 위한 포괄적 양해각서를 체결했다고 발표함.
 - JAEA는 보유 중인 고온가스로 연료 설계·생산 기술과 지식을 영국에 제공하고, 2030년대 후반 건설할 일본 고온가스로 실증로용 연료를 영국에서도 조달할 계획임.
 - NNL은 일본의 협력을 통해 영국이 2030년대 초 가동을 목표로 하는 고온가스로 실증로에서 활용할 연료 기술을 2025년 3월까지 개발함.
- 한편, JAEA는 2023년 9월 6일 NNL과 영국 고온가스로 실증로 프로그램의 기본설계에 관한 실시 양해각서를 체결한 바 있음.
 - 영국의 고온가스로 개발은 총 3단계이며 각 단계마다 사업자를 선정함. 3단계에는 2025년 3월부터 2030년 초까지 실증로를 건설해 2030년대 초 가동을 목표로 함.
 - 2023년 7월 18일 영국 에너지안보탄소중립부는 2025년 3월까지 2단계 기본설계를 수행할 사업자로 일본 JAEA와 영국 NNL로 구성된 영·일 컨소시엄을 선정함.

기타 단신

■ 일본 2023년도 원전 설비 이용률 확정치 28.9%

原子力産業新聞 2024.04.16.

- 일본 원자력산업신문은 4월 16일 각 전력사로부터 입수한 자료를 토대로 2023년도 일본 원전의 평균 설비 이용률을 28.9%*, 총 발전량을 84,055GWh로 확정함. 이는 전년도 대비 각각 9.6%p, 49.9% 증가한 수치임.

* 일본에서 운영 중인 원자로 총 33기의 최대 발전 가능량을 분모로 하여 설비 이용률을 계산함.

- 2023년도에는 간사이전력 다카하마 1·2호기(각 826MW, PWR)가 각각 8, 9월에 발전을 재개해 재가동 원전이 기존 총 10기에서 총 12기(11,608MW)로 증가함.

■ 일본 미하마 3호기, IAEA의 SALTO팀 안전성 검사 종료

日本經濟新聞, 毎日新聞 2024.04.16., 時事通信 2024.04.25.

- 4월 25일 IAEA의 SALTO(Safety Aspects of Long Term Operation)팀은 상업운전일에서 40년이 지난 간사이전력 미하마 3호기(826MW, PWR)에 대한 안전성 평가 조사를 완료하고 개선책 마련을 제언함.
 - 미하마 3호기는 1976년 12월 1일 상업 운전을 시작해 후쿠시마 사고 후 규제위의 적합성 심사를 통과하여 2021년 7월 40년 이상 운영한 원자로 중 최초로 상업 운전을 재개함.
 - SALTO팀은 4월 16일부터 25일까지 미하마 3호기의 설비 건전성 검사와 사원 대상 청취 조사, 사내 문서 확인 등을 시행한 결과 대부분의 관리 체제는 IAEA의 안전 기준을 만족하지만, 장기 운전을 위한 체계적인 대책 마련이 필요하다고 제언함.
 - SALTO팀은 2024년 가을 이번 조사에 대한 보고서를 발표할 예정이며, 약 2년 후 지적 사항의 개선 여부를 재조사할 예정임.

■ 일본 도호쿠전력, 히가시도리 1호기 심사 지연으로 공기 연기 발표

日本經濟新聞 2024.04.02., NHK 2024.04.22.

- 4월 22일 일본 도호쿠전력은 히가시도리 1호기(1,100MW, BWR)에 대해 2024년도 내로 설정했던 안전대책 완공 목표시기를 규제위의 심사 지연으로 연기하며, 변경된 시기는 2025년 9월 말 제시하겠다고 밝힘.
 - 해당 원자로는 후쿠시마원전 노형과 같은 BWR로 2011년 2월 예방 정비로 정지한 후 후쿠시마 사고로 정지 상태가 계속 이어지고 있음. 2014년 재가동을 목표로 적합성 심사를 신청해, 현재까지 심사받는 중임.

■ 일본 도쿄전력, 후쿠시마 제1원전 발생 오염수 1일 80톤으로 감소

朝日新聞 2024.04.25.

- 4월 25일 일본 도쿄전력은 후쿠시마 제1원전에서 발생하는 1일당 오염수의 양을 2025년에 100톤 이하로 저감하겠다는 목표를 2년 조기 달성했다고 발표함. 향후 도쿄전력은 2028년도까지 1일당 오염수 발생량 50~70톤으로 축소할 것을 목표로 함.
- 후쿠시마 제1원전에서는 건물 등에 빗물과 지하수로 인한 오염수가 매일 발생 중이며, 2015년도 1일당 오염수 발생량은 450톤이었고, 2022년도에는 강우량이 적어 약 90톤이었고, 예년 수준의 강우량이라면 약 110톤이 될 것으로 추정함.
- 2023년도에도 강우량이 적어 1일 80톤이었으며, 예년 수준의 강우량이라면 약 90톤이었음. 도쿄전력이 건물의 구멍을 막거나 지면을 아스팔트로 덮는 등의 대책이 주효했다고 밝힘.

■ 일본 니가타현, 가시와자키 가리외원전의 지역 경제 파급 효과 조사 결과 발표

新潟經濟新聞, NHK 2024.04.24., 電氣新聞 2024.04.25.

- 일본 광역자치체인 니가타현은 4월 24일 지역 내 도쿄전력 가시와자키 가리외 원전(총 7기, 총 8,212MW, BWR)의 지역 경제 파급 효과를 조사한 결과, ① 6·7호기를 재가동했을 경우 4,396억 엔(약 3.8조 원), ② 1~7호기 모두 현재와 같이 가동 중단했을 경우 2,984억 엔(약 2.6조 원), ③ 1~7호기 영구 정지했을 경우 1,262억 엔(약 1.1조 원)으로 나타났다고 발표함.
- 경제 효과는 10년간의 금액으로 도쿄전력 직원들이 지역에서 소비하는 지출, 원자력 관련 세금과 교부금을 활용한 공공사업의 증가, 도쿄전력이 원전 관련 공사를 지역에 발주하는 비용 등을 토대로 노무라종합연구소가 조사함.
- 니가타현이 원전 재가동의 경제 효과를 제시한 것은 처음이며, 지사는 해당 결과를 향후 원전 재가동 관련 논의 시 참고할 것이라고 밝힘.

■ 중국 원자력산업협회, 자국 원전 비중 2060년까지 18%에 이를 것으로 전망

Chinadaily.com.cn 2024.04.16., The Star 2024.04.18.

■ 2024년 4월 16일 중국 원자력협회(CNEA)는 총괄보고서(blue book)인 중국 원자력에너지 개발 2024(China's Nuclear Energy Development 2024)를 발표하면서, 총발전량에서 차지하는 원전 비중이 2026년까지 18%에 이를 것으로 전망함.

- 보고서에 따르면 중국의 원전 설비용량은 몇 년 동안 지속적으로 증가하는 추세를 보일 것이며, 2021년 5%를 웃돌던 원전 비중이 2035년 10%, 2060년에는 18%까지 확대되어 OECD 회원국의 평균 수준에 이를 전망이다.
 - 보고서는 2023년 중국이 신규 원전 5기를 착공하여 원전 건설 투자 부문에 131억 달러(약 18조 원)¹³⁴⁾를 투입해 5년 만에 최고치를 기록한 데 이어, 2025년까지 원전 투자비용이 318억 5천만 달러(약 44조 원)에 이를 것으로 전망함.
 - 2023년 중국의 원자력 발전량은 433TWh로 전 세계 2위를 차지하였음.

■ 우즈베키스탄, 러시아와 최초 원전 건설 계약의 초안 작업 진행 중인 것으로 알려져

Nuclear Engineering International 2024.04.25., UxWeekly 2024.04.29.

■ 우즈베키스탄 현지 언론 UzDaily 보도(2024년 4월 24일)에 따르면, Rosatom과 우즈베키스탄 원자력공사(UzAtom)는 우즈베키스탄 최초 원전 건설 계약의 초안 작업 단계에 있으며, Rosatom이 우즈베키스탄에 RITM-200(PWR) SMR 등 여러 옵션을 제공할 것으로 알려짐.

- Denis Manturov 러시아 산업통상부 장관은 Jizzakh 지역의 Tuzkan 호수 인근 부지를 최초 원전 부지로 결정했다고 밝히면서, 현재 우즈베키스탄 및 국제 전문가들과 공동으로 원전의 전력망 통합, 부지 기후 조건을 고려한 전력생산 극대화 등 기술적 측면을 모색하고 있다고 덧붙였다.
- 우즈베키스탄은 2017년 러시아와 VVER-1200 PWR 2기 건설 계약 체결, 2019년 원전 부지 선정 절차 개시 및 지진·수문(hydrological)·기상·환경 매개변수에 대한 자료 수집을 위한 감시소 설치, 2022년 러시아 원전 전문가 훈련기관(Rosatom Technical Academy) 및 원전운영사(Rosenergoatom)와 원자력 인프라 개발 분야에 대한 양해각서(MOU) 체결을 진행한 바 있음.

134) 아시아 단신 기사 내용(일본 제외) 모두 2024년 5월 3일 환율 기준 적용(1달러=1,369원)

World Nuclear Power Market
INSIGHT



**세계원전시장
인사이드**