

## 원자력발전소 도입을 위한 폴란드와 미국 정부간 협력협정 검토



**강기식**

전 국제원자력기구 원자력발전국 기술책임자

- 부산대 기계공학 학사
- KAIST 원자력공학 석사·박사
- 한국전력기술(주) 원자로사업개발실장
- IAEA 원자력발전국 기술책임자

### 요약

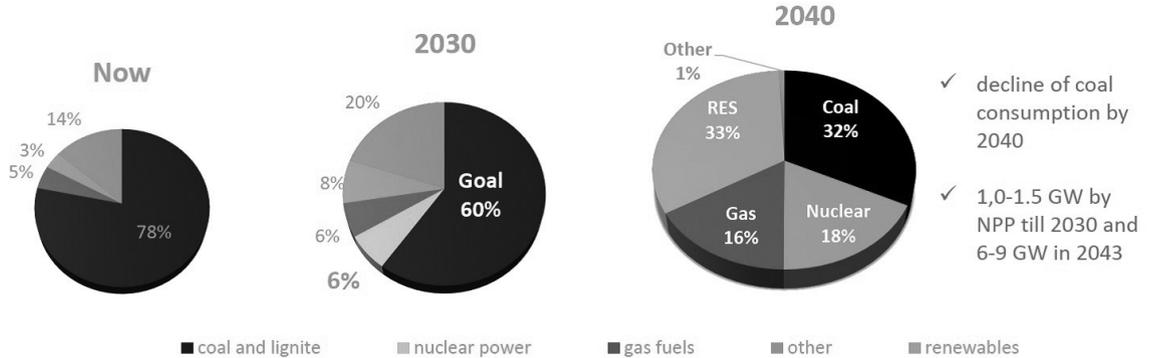
2020년 10월 19일, 댄 브루일레(Dan Brouillette) 미국 에너지부 장관과 피오트르 나임스키(Piotr Naimski) 폴란드 전략적 에너지 인프라 장관은 양국의 원자력 프로그램 개발을 위한 정부 간 협력협정을 체결하였고, 이를 통해 향후 18개월 동안 폴란드의 원자력 프로그램 개발을 목표로 하는 미국 원자력 기업의 설계 작업(선행주기 엔지니어링 설계, 연구 및 장비 공급)과 자금 조달 방안에 대한 공동 보고서를 작성할 예정이다. 미국 에너지부는 이번 협정을 통해 기업은 물론 정부 차원(규제 체계, 연구 및 훈련, 기자재 공급망, 대국민 수용성 제고, 유럽 프로젝트에 대한 공동진출 등)에서도 협력이 이루어질 예정이라고 밝혔다<sup>1)</sup>. 이는 도널드 트럼프(Donald Trump) 미국 대통령과 안제이

두다(Andrzej Duda) 폴란드 대통령이 2020년 6월 24일 미국 원자력기술인 AP-1000 6기를 폴란드에 건설하는 것을 골자로 한 공동 발표의 후속 조치이다.

나임스키 장관은 자국 내 최소 2개 부지에 걸친 원자력발전소 6기 건설 계획을 공개했는데, 첫 원전은 해안 근처에 건설될 확률이 높다고 언급했을 뿐, 구체적인 규모는 밝히지 않았다. 또한, 정부는 원전 건설에 대한 최종 결정은 내리지 않은 가운데 동 프로젝트에 투자할 파트너를 찾는 중이며, 금융시장에서 자금을 조달할 계획은 없다고 덧붙였다.

폴란드 원전의 운영사가 될 국영에너지기업 PGE(Polska Grupa Energetyczna)는 포메라니아(Pomerania)와 자르노빅(Zarnowiec) 지역 해안 부지를 조사 중이며, Belchatow(베우

<sup>1)</sup> S&P Global Platts, 보도일자 : 2020.10.20



[그림 1] 현재 발전 비율 및 미래의 다양한 에너지원의 조합(2018년도 기준)

하투프)에 있는 5,300MW 규모의 석탄발전소에서 갈탄 연료가 고갈되는 것을 대비하여 해당 지역 내 원전 건설 방안도 고려 중이다. 폴란드 정부는 원자력발전으로 2045년까지 폴란드 전력 수요의 약 20%를 담당할 계획이라고 밝혔으며, 특히 에너지부는 2018년 말, 2040년 에너지 정책 초안을 통해 1,000MW~1,500MW 규모 원전 6기 건설과 2033년 첫 원전의 시운전을 목표로 하고 있다고 발표하였다.

### 1. 원자력협력 협정 경위

세계은행 2018년 데이터에 따르면, 주로 체코와 슬로바키아에 전력을 수출하던 폴란드는 최근 몇 년간의 꾸준한 국내 수요 증가로 수출량이 감소했다. 폴란드는 유럽에서 가장 많은 석탄 매장량(175억 톤 이상)을 자랑하며, 독일에 이어 유럽에서 두 번째로 큰 석탄 생산국이다. 2016년에는 화석 연료가 1차 에너지 공급

의 95%를 차지했으며, 그중 48%가 석탄 발전이었다. 소량의 석유와 천연가스를 생산하지만, 주로 러시아에서 두 연료를 수입한다. [그림 1]을 살펴보면 현재 폴란드에서 생산되는 전력 중 석탄을 기반으로 하는 화력발전이 차지하는 비율 78%를 2040년까지 32%로 줄이고자 한다.

2020년 10월 9일, 폴란드 기후변화부(Ministry of Climate)는 2043년까지 6~9GWe 규모의 원전 도입을 목표로 하는 원자력 프로그램 개정안(Updated Nuclear Power Program)을 폴란드 내각이 승인했다고 발표하였다. 이 프로그램은 폴란드 북부 해안가의 루비아토보-코팔리노(Lubiatowo-Kopalino)와 자르노빅(Zarnowiec) 등 부지 두 곳에 1,000MWe 이상 규모의 가압경수로(PWR, Pressurized Water Reactor)를 각각 3기씩 건설하는 내용을 담고 있다.

폴란드는 가압경수로 기술을 사용하여 원자력발전소를 건설할 계획이며, 1980년대 후반



[그림 2] 잠재적 원전 부지인 루비아토보-코팔리노(Lubiatowo-Kopalino)와 자르노비크(Zarnowiec)

에 WWER-440 원전 건설이 중단된 폴란드 북부의 자르노비크(Zarnowiec)과 베우하투프(Belchatow) 및 파트누프(Patnow)의 현재 위치를 발전소 부지로 고려 중이다.

브루일레 장관은 최근 합의서에 서명한 후 “미국은 국가 안보, 지역 안보, 민주 주권을 증진하기 위해 폴란드와 협력할 것”이라며, 이는 폴란드가 에너지 안보를 위해 천연가스 수입에 대한 러시아 의존도를 줄이는 데 도움이 될 것이라고 덧붙였다. 러시아 천연가스의 대규모 구매자였던 폴란드는 2022년 이후에 이러한 구매를 중단하고 노르웨이에서 공급하는 파이프라인 구

축과 미국에서 수입한 액화 천연가스로 대체하는 것을 목표로 하고 있다. 또한, 브루일레 장관은 “에너지 안보의 핵심 방향은 연료, 공급원 및 수입 경로의 다양성을 통해 에너지 다양성을 확립하는 것이다. 원자력은 폴란드 국민에게 깨끗하고 안정적인 전기 공급을 제공할 뿐만 아니라, 에너지 공급원의 다양성을 통해 에너지 보안을 강화할 것이다. 차세대 원자력에너지는 유럽과 전 세계의 동맹국과 에너지 안보를 확립하는 일부가 되어야 한다”고 주장했다.

조르제트 모스바처(Georgette Mosbacher) 폴란드 주재 미국 대사는 “이 협정은 폴란드-미

국 관계를 강화할 뿐만 아니라, 미국이 그의 최첨단 기술로 원자력 사업에 복귀했다는 것을 세계에 알리는 것이다. 원자력에너지는 그 어느 때보다 안전하고, 저렴하며, 유연하다. 우리는 기술과 자금을 모두 제공하여 환경을 정화하면서 에너지 안보를 달성하도록 도울 준비가 되어 있다”고 말했다.

피오토르 윌첵(Piotr Wilczek) 주미 폴란드 대사는 “폴란드는 미국이 프로그램의 전략적 파트너가 되기를 원한다. 원자력발전소를 건설, 운영, 해체하는 데 걸리는 시간을 고려할 때 파트너십은 향후 100년간 이어질 전략적 선택이 될 것”이라고 언급했다.

브루일레 장관은 에너지 안보 강화 수단으로 폴란드에 깨끗하고, 신뢰할 수 있으며, 탄력적인 원자력을 제공하는 것에 대한 미국 원자력 산업의 지속적인 관심을 강조했다. 나임스키 장관은 동 협정이 폴란드의 기술 발전뿐만 아니라 지정학적 에너지 안보, 장기적인 경제성장 및 청정 에너지 공급에 관한 것임을 인정했다.

폴란드의 PGE EJ 1 sp. 社は 국영에너지그룹(PGE, Polska Grupa Energetyczna)의 자회사로, 국가가 최초로 도입할 원전의 건설과 운영에 대한 책임을 맡고 있으며, 포메라니아(Pomerania) 지방의 초크제보(Choczewo), 크로코바(Krokowa)와 그니에비노(Gniewino) 부지 내 원전 건설을 위한 현지화 및 환경평가 연구를 2017년 3월 수행하였다(그림 2 참조). 이 연구는 PGE 캐피탈 그룹(PGE Capital Group)

의 자회사인 ELBIS 社와 환경자문기관 간 협력으로 수행하여 2020년 상반기에 완료되었으며, 폴란드 법령과 국제 지침에 따른 투명한 진행을 전제로 삼았다.

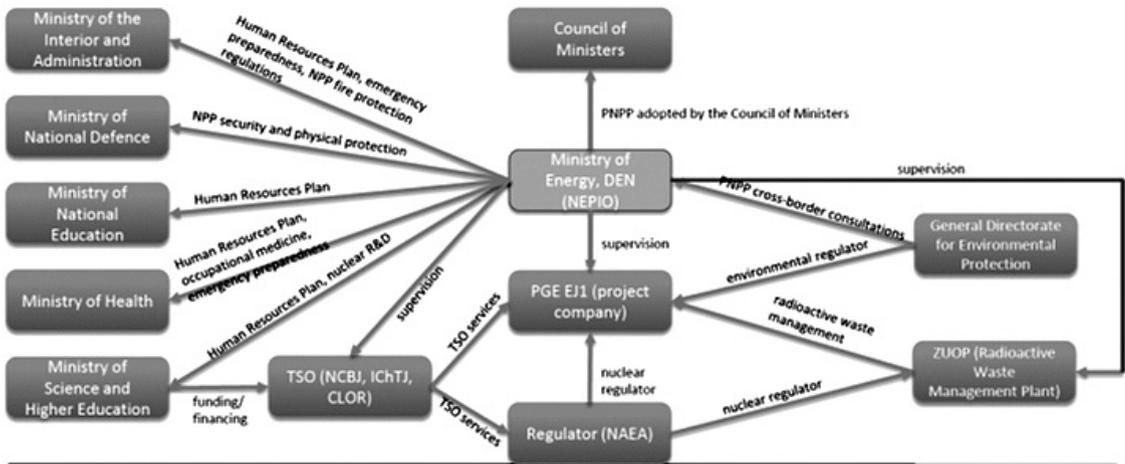
폴란드는 2026년에 원전 1호기를 착공한 후 2033년에는 첫 호기 시운전을 시작하고, 2~3년마다 후속 호기 시운전을 통해 2040년까지 총 6기(6~9GWe) 도입을 계획하고 있다.

폴란드 최초의 원자력발전소를 건설하고 운영하기 위해 설립된 PGE EJ 1 sp. 社(그림 3 참조)의 주주는 2020년 10월 1일 정부와 주식 100% 인수 의향서를 체결했다. 정부는 연말까지 PGE EJ 1 sp. 社에 대한 완전한 통제권을 가질 것으로 예상된다. 폴란드 기후변화부는 2021년에 원전건설 프로그램 지분의 최대 49%를 투자하고, 원자로 기술을 제공할 파트너사를 선정할 계획이며, 특수목적 법인과 파트너사 간 협정은 2022년에 체결할 예정이다.

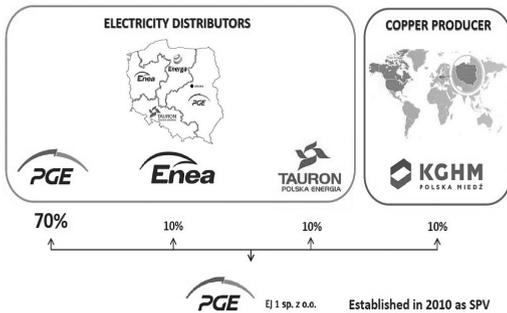
## 2. 원전 도입에 영향을 준 요인

마리우시 브와슈차크(Mariusz Błaszczak) 폴란드 국방장관은 2020년 7월 31일 성명을 통해 미국과 군사 협력 회담을 마쳤다면 미국이 폴란드 내 영구적 미군 주둔 계획을 발표했다.

미국과 폴란드는 2020년 8월 15일 방위협력 강화협정을 체결했다. 이후 동유럽을 순방한 마이크 폼페이오(Mike Pompeo) 미국 국무장관은 10월 15일 폴란드 수도 바르샤바에서 브와



[그림 4] 원전 도입을 위한 폴란드 정부 조직



[그림 3] 폴란드 최초 원전 도입에 책임을 지는 PGE EJ 1 sp. 社의 구조

슈차크 장관과 만나 협정문에 서명했다. 현재 약 4천 500명의 미군이 폴란드에 주둔한 가운데, 지난해 양국은 약 1천 명의 병력을 폴란드에 추가 파병하기로 합의한 바 있다. 동 협정문은 미군이 폴란드군의 정찰과 지휘 분야 강화를 지원하며, 유사시에는 미군을 폴란드에 증강 배치한다는 내용을 담고 있다. 폼페이오 장관은 마테우

시 모라비에츠키(Mateusz Morawiecki) 폴란드 총리와도 만나 폴란드의 민간 원자력 프로그램 개발 협력과 관련한 협정 초안도 논의했다.

### 3. 원자력 협조

미국 에너지부 장관의 언급 외에도 나임스키 장관은 “폴란드와 미국 사이의 원자력 협력은 에너지 분야뿐만 아니라 폴란드의 지정학적인 안보, 기술의 발전 등 다양한 산업 분야에 협력을 가져올 것이다. 최초의 30년 협조 계약은 미국과 폴란드 간의 지속적인 에너지 유대 관계를 의미하며, 양국은 수십 년간 프로젝트를 지속할 것”이라고 말했다. 협정 초안은 유라툼(EURATOM, 유럽원자력공동체) 조약 103조<sup>2)</sup>에 따라 유럽연합집행위원회(EC, European

2) 제103 조는 EU 회원국이 제3국, 국제기구 또는 제3국 국민과의 협정 또는 계약 초안은 EC에 전달해야 한다고 명시하고 있다.

Commission)에 통보되었으며, EC는 반대의견을 제시하지 않았다.

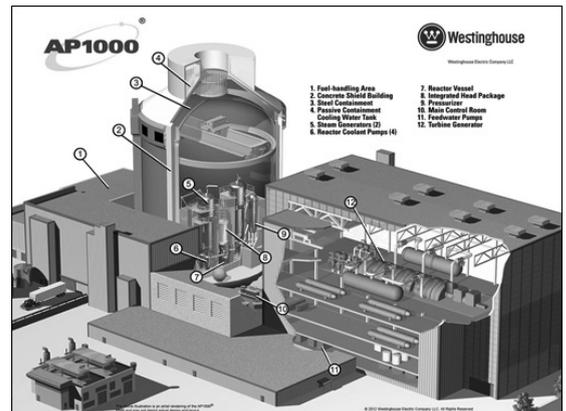
브루일레 장관은 폴란드가 웨스팅하우스(Westinghouse), 벡텔(Bechtel), 사우던(Southern Company)과 같은 미국의 원자력 기술·서비스 기업에 180억 달러를 지출하기로 합의했다고 기자회견을 통해 밝혔다. 그러나, 이에 대해 나임스키 장관은 아직 확정된 사안이 아니라 18개월간 검토 후 결정될 것이며, 폴란드는 원전 6기 건설에 약 400억 달러를 지출할 계획이라고 언급했다.

원전 도입 관련 정부 조직은 [그림 4]와 같다. 많은 정부기관이 참여하기 때문에 사업 목표 설정과 진행이 지연되고 있다. 모든 기관이 원전 도입의 중심이라고 주장하여 정확하게 어떤 부서가 책임 부서인지 혼돈될 우려가 있다.

미국 에너지부에서 제시할 수 있는 모델은 현재 조지아(Georgia) 주에 건설 중인 보글(Vogtle) 3,4호기 모델을 제시할 것이다. 보글 3,4호기는 1,117MWe 용량으로, 웨스팅하우스社가 개발한 3세대 원자로 AP1000([그림 5] 참조)을 건설 중에 있다. 설계 수명기간은 60년이며, 지분은 사업자인 조지아파워(Georgia Power)社가 45.7%, MEAG 파워(MEAG Power)社가 22.7%, 오그너돌프파워(Oglethorpe Power)社가 30%, 달튼유틸리티스(Dalton Utilities)社가 1.6%로 나누어 보유하고 있다.

보글 3,4호기는 2012년 미국 원자력규제위원회로부터 건설 및 운전허가를 받은 후 원자로 건설을 착수했다. 웨스팅하우스社는 EPC 계약

으로 설계, 기자재 공급, 건설에 책임을 지며, 벡텔社가 사업관리와 건설을 위한 계약자로 선정되었다. 그러나, 2017년 웨스팅하우스社가 파산하면서 건설 공사가 중단되었다. 이후 건설이 재개되어 현재 3호기는 2021년 11월, 4호기는 2022년 4월 완공을 목표를 두고 있으나, 현실적으로 1년 이상 지연될 것으로 보인다. AP-1000 건설 공기는 계약 시 중국 산먼(Sanmen) 1,2호기, 하이양(Haiyang) 1,2호기 및 보글 3,4호기에서 56개월로 제시된 반면, 실제로는 거의 두 배에 가까운 기간이 소요되었다. 특히 산먼 1호기는 최초 콘크리트 장입에서 상업운전까지 총 112개월이 걸렸다.



[그림 5] Westinghouse社의 AP-1000 원전 조감도

폴란드의 원자력에 대한 대국민 수용성은 후쿠시마 사고 직후 대국민 수용성이 많이 감소하였지만, 정부의 적극적인 홍보 활동으로 현재 50% 수준을 유지하고 있다. 그러나, 잠재적 원전 건설 예정지 인근 주민의 찬성률은 60~70%로, 원자력에 대해 긍정적인 입장을 보이고 있

다.

폴란드의 규제기관인 PAA(Panstwowa Agencja Atomistyki: National Atomic Energy Agency)는 규제 측면에서 제기되는 문제점을 다음과 같이 분석했다.

1. 강력하고 유능한 규제 인력 구축 및 유지
2. 원전 인허가를 위한 안전기준 및 지침서 개발
3. 신규 원전 건설 관련 안전사례 규제 검토를 효과적으로 수행

이는 대체로 신규 원전 도입국에서 동일하게 가지는 문제점으로, 폴란드가 AP-1000을 도입하는 경우 미국원자력규제위원회(NRC, Nuclear Regulatory Commission)가 상기 문제점에 대해 충분한 교육 지원할 것이다.

나임스키 장관은 “운영위원회가 최종 개념 및 실행 보고서를 준비할 것이며, 이는 폴란드가 원전 건설을 위한 20년 프로그램의 구현을 위한 기술 및 전략적 파트너 선택에 대한 기초가 될 것”이라고 말했고, “2021년 말까지 기술과 파트너를 선택하도록 노력할 것”이라며, “합작 투자에서 주식을 인수하는 형태로 자본 및 실제 지원을 모두 포함하는 파트너의 프로그램 참여가 예상된다. 이것은 향후 18개월 동안의 중요한 의제이며, 함께 논의될 자금 조달 구조도 포함될 것이다. 이 기간 동안 양국은 폴란드 민간 원자력 프로그램을 구현하기 위한 사업관리 보고서를 공동으로 작업하고, 잠재적인 자금 조달을 위

해 노력할 것”이라고 덧붙였다.

미국과의 협상에는 프로젝트 관리 구조, 건설 비용 및 폴란드 국내 산업체의 참여가 중요한 결정요인이 될 것이다. 폴란드 기업의 점유율은 1~6호기 사이에 점차 증가하고, 이는 건설비용에 절대적인 영향을 미칠 것이다.

2020년 9월, 미칼 쿠르티카(Michal Kurtyka) 폴란드 기후 장관은 청정 에너지 경제의 일환으로 2040년까지 6개의 신규 원전 건설을 위한 1,500억 PLN(397억 달러) 예산 계획을 발표했다. 이 계획에는 CO<sub>2</sub> 가격에 따라 전력 생산에서 석탄의 비중을 2030년 37~56%, 2040년 11~28% 수준으로 줄이는 것이 포함된다. 참고로, 석탄은 2019년에 폴란드 발전량의 74%를 차지했다.

2040년 폴란드 에너지 정책(PEP 2040)은 타당한 이행, 무탄소 배출 에너지 시스템, 깨끗한 공기 질 유지라는 세 가지 기둥을 기반으로 한다. 1~1.6GWe 규모 첫 원전의 시운전은 2033년에, 모든 6기 원전에 대한 시운전은 2040년까지 이어질 예정이다. 이들은 발트해 연안의 루비아토보-코팔리노와 자르노빅에 건설될 예정이다.

나임스키 장관은 폴란드와 미국 간 협정이 다양한 분야의 협력을 전제로 하며, 특히 아래와 같은 사항이 고려된다고 말했다.

- 안전규제 규정, 연구, 인력 교육
- 기자재 공급망 개발
- 국민의 원자력 수용성에 대한 이해도를 높이기 위한 캠페인

• 유럽의 신규 원자력 프로젝트 협력



4. 동유럽에서 미국 활동

폴란드와의 계약은 동유럽에서 훨씬 더 광범위한 미국 원전 수출 활동의 일부이다. 2020년 10월 9일 워싱턴은 루마니아와 1개의 원자로를 보수하고, 체르나보다 원전 3,4호기 건설을 끝내기 위한 협력협정(초안)을 체결했다.

브루일레 장관과 버질 포페스쿠(Virgil Popescu) 루마니아 경제, 에너지 및 사업 개발 장관은 루마니아 민간 원자력 프로그램 확장과 현대화에 협력하고, 미국의 전문 지식과 기술을 활용하여 건설이 중지된 루마니아 체르나보다 원전 3,4호기 건설을 끝낼 수 있는 기반을 마련

하기 위해 정부 간 협정 초안을 작성했다.

5. 폴란드 AP-1000 원전 건설에 따른 한국 원자력산업계의 영향

미국 보글 3,4호기의 주기기(원자로압력 용기, 증기발생기, 냉각재 배관 등)는 두산중공업에서 제작·공급하였다. 미국에서는 주기기 공급 업체를 찾을 수 없고, 중국의 상하이 보일러 및 하얼빈 증기에서 공급이 가능하나, 미-중 간 관계로 두산중공업이 AP-1000의 주기기를 공급할 것으로 예상된다.

비안전계통의 기자재는 국내 원전 기자재 공급업체가 폴란드 국내 기업과 합작사업을 통해 폴란드 원전에 공급이 가능할 것이므로, 폴란드 산업에 대한 분석이 필요할 것이다.

벡텔 社가 주 계약자를 대신하여 사업관리를 할 예정으로, 폴란드 사업자(PGE EJ 1 sp. 社)를 대신하여 설계 검토, 사업관리 지원 영역이 가능할 것이며, 또한 계측장비 공급도 할 수 있을 것이다. 이러한 영역개발을 위해서 보다 적극적인 사업개발 인력을 투입, 폴란드 국내사의 공급 비율을 높이기 위한 합작사 발굴 등, 코트라(KOTRA)를 통한 사전 조사가 필요할 것으로 보인다. **KMIF**