

KRYTERIA WYBORU DOSTAWCY REAKTORA DO POLSKIEJ ELEKTROWNI

Reactor supplier for Polish nuclear power plant choice criteria

Krzysztof Rzymkowski

Streszczenie: W opracowaniu przedstawiono poza techniczne kryteria wyboru dostawcy reaktora dla polskiej elektrowni.

Abstract: The article present other than strictly technical choice criteria for choosing nuclear technology supplier.

Słowa kluczowe: dostawca, dostawca technologii kryteria wyboru

Keywords: technology supplier, technology provider, selection criteria

Ochrona klimatu i wymiana przestarzałych i wyeksploatowanych elektrowni węglowych spowodowała konieczność unowocześnienia całego polskiego systemu energetycznego, a zatem powrót do koncepcji budowy elektrowni jądrowych. Przygotowanie do rozpoczęcia budowy tego rodzaju obiektu trwają zwykle kilka lat. Pierwsza na świecie elektrownia jądrowa powstała w 1954 r. w Obnińsku (ZSRR) przy okazji realizacji wojskowego programu jądrowego. W Japonii, mimo, że była krajem, który bezpośrednio doświadczył ogromnej siły niszczącej energii jądrowej zdecydowano się w roku 1954 na rozpoczęcie wdrażania kompleksowego długoterminowego programu badań, rozwoju i wykorzystania energii jądrowej. Od roku 1955 wdrożono Japońskie prawo atomowe. W roku 1956 powołano Komisję Energii Atomowej, której zadaniem była realizacja opracowanego programu i promowanie energetyki jądrowej. Pierwszy energetyczny reaktor jądrowy importowany z Wielkiej Brytanii był uruchomiony w lipcu 1960 r. Po pomyślnym uruchomieniu pierwszego reaktora rozpoczęto budowę reaktorów lekkowodnych ciśnieniowych (PWR) i wrzących (BWR). Pierwsze trzy w pełni komercyjne reaktory uruchomiono w 1970 r. To tempo budowy elektrowni jądrowych utrzymywało się do katastrofy w Fukushima w roku 2011. Przykładem szybkiej realizacji budowy energetyki jądrowej są Emiraty Arabskie, które zakupiły w 2011 r. cztery reaktory lekkowodne w Korei Południowej. Budowę pierwszego rozpoczęto w 2012 r. i uruchomiono go w roku 2020. Kolejne będą sukcesywnie uruchamiane w następnych latach.

W Polsce ponownie jest planowana budowa elektrowni jądrowej. Historia polskiej energetyki jądrowej jest bardzo złożona. Początkowo w celu

koordynacji prac w zakresie techniki jądrowej prowadzonych w różnych resortach w 1956 r. powołano urząd Pełnomocnika Rządu ds. Wykorzystania Energii Jądrowej, który po wielu latach przekształcił się w Państwową Agencję Atomistyki. W latach siedemdziesiątych powstało polskie prawo atomowe. W roku 1971 Prezydium Rządu podjęło decyzję o budowie elektrowni jądrowej i w 1974 r. podpisano umowę o współpracy z ZSRR. Budowę pierwszych dwóch bloków (typu WWER-440) rozpoczęto w 1982 r. i przerwano w 1990 r. W 2005 r. powstał dokument *Polityka energetyczna Polski do 2025 roku*, w którym zapowiedziano dyskusję o budowie energetyki jądrowej. W 2009 r. powołano urząd pełnomocnika d/s budowy elektrowni jądrowej, którego obowiązki przejęło Ministerstwo Energii. Rozpoczęto prace nad wyborem lokalizacji i badań środowiskowych, których wyniki mają być przedstawione w 2021 r. Obecnie jesteśmy na wstępnym etapie wyboru dostawcy podstawowego elementu elektrowni tj. reaktora.

Ponieważ budowa elektrowni jądrowej jest strategiczną inwestycją dla bezpieczeństwa energetycznego państwa wybór odpowiedniej technologii budowy reaktora i jego dostawcy są niezwykle ważne. W przyjętym w roku 2014 *Programie Polskiej Energetyki Jądrowej* przedstawiono wstępne wymagania, jakie powinien spełniać dostawca reaktora. Podstawowym warunkiem, jest dojrzałość technologii i doświadczenia z budowy i eksploatacji bloków oferowanego typu. W celu obniżenia kosztów budowy i eksploatacji Światowy rynek energetyki jądrowej jest obecnie zdominowany przez wielkoskalowe bloki energetyczne wykorzystujące lekkowodne reaktory wodno-ciśnieniowe (PWR – Pres-

surized Water Reactor) o mocach elektrycznych rzędu 1000-1650 MW netto. Oferowane są nieliczne konstrukcje wykorzystujące reaktory wrzące (BWR – *Boiling Water Reactor*) lub ciężkowodne typu kanadyjskiej konstrukcji CANDU. W Europie przeważają reaktory PWR (jedynie w Rumuni wykorzystuje się technologię reaktorów CANDU). Wszystkie oferowane reaktory są nowoczesnymi konstrukcjami generacji III lub III⁺ o zbliżonych parametrach. Oferentami są firmy Stanów Zjednoczonych, Korei Południowej, Francji, Rosji, Chin i rzadziej Japonii. Na rynku przeważają oferty firm Stanów Zjednoczonych proponujących wypróbowaną najstarszą konstrukcję reaktora AP-1000, Korei Południowej z reaktorem APR-1400, Francji – firma EDF z najnowocześniejszym reaktorem EPR o mocy 1650 MW, firma rosyjska Rosatom WWER-1200, oraz firmy chińskie (China General Nuclear Power Group (CGN) oraz China National Nuclear Corporation (CNNC) z reaktorem Hualong One) wchodzące agresywnie na rynek światowy. Japońskie firmy (głównie GE Hitachi - Mitsubishi, Toshiba – Westinghouse) są obecnie mało aktywne międzynarodowo, mimo że posiadają doświadczenie w budowie i eksploatacji. Wybór można zawęzić do trzech pierwszych oferentów. Chiny praktycznie są dopiero na początku drogi nie mogą pochwalić się dłuższą tradycją eksploatacyjną budowanych reaktorów. Propozycje rosyjskie są w Polsce niezwykle silnie obciążone katastrofą w elektrowni jądrowej w Czarnobylu i przez to nieakceptowalne społecznie, a także obciążone możliwością całkowitego uzależnienia krajowej energetyki od Rosji. Około 80% spalane obecnie w Polsce w elektrowniach węgla pochodzi z importu rosyjskiego, skąd ponadto importujemy również ogromne ilości gazu. W obecnej sytuacji geopolitycznej przy wyborze dostawcy należy koniecznie uwzględnić jego potencjał atomowy – potężny rozwinięty przemysł jądrowy, by mieć dostęp do unowocześniania stosowanych technologii i by wykorzystywać własny wkład intelektualny we wspomaganie tego przemysłu. Pozwoliłoby to uchronić się przed uzależnieniem energetycznym kraju od jednego dostawcy źródeł energii, a na obecnym etapie utrudniłoby działanie zewnętrznym przeciwnikom naszej energetyki jądrowej.

Tak faktycznie do wyboru mamy trzy technologie reaktorów wodno-ciśnieniowych dużej mocy:

AP – 1000 (AP – *Advanced Passive*) firmy Toshiba – Westinghouse ostatecznie zaakceptowany w Stanach Zjednoczonych przez (NRC – *Nuclear Regulatory Commission*) urząd dozoru jądrowego w 2011 r. Jest to reaktor o bardzo uproszczonej konstrukcji modułowej, w którym zrezygnowano ze zwielokrotnienia systemów zabezpieczeń wykluczając techniczną możliwość stopienia rdzenia. Dwuścienna

obudowa bezpieczeństwa reaktora jest przystosowana tylko do pasywnego odbioru ciepła z reaktora. W przypadku awarii przestrzeń pomiędzy ścianami obudowy zalewana jest wodą ze zbiornika znajdującego się na górze obudowy. Uproszczona konstrukcja mogłaby przyspieszyć budowę.

APR – 1400 (APR – (*Advanced Pressurised Reactor*)) oferowany przez firmę Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) jest reaktorem lekkowodnym zaprojektowanym przez Korea Electric Power Company (KEPCO), o mocy nominalnej 1340 MWe. Prace nad reaktorem rozpoczęto w 1990 r. Konstrukcja reaktora zapewnia bezpieczne działanie i prostą obsługę techniczną. Reaktor APR pojawił się na rynku światowym poprzez bardzo sprawną realizację zamówienia Emiratów Arabskich i bardzo konkurencyjną cenę. Reaktory te są podstawą energetyki jądrowej Korei Południowej. W 2017 r. APR uzyskał certyfikat EUR (*European Utility requirements*), a w roku 2018 certyfikat NRC.

EPR – 1650 (EPR – *European Pressurised Reactor*) francuskiej firmy EdF (*Électricité de France*) działającej od roku 1947 i posiadające w Polsce swoje przedsiębiorstwa. Jest to reaktor o rozbudowanym systemie bezpieczeństwa, w którym można używać zarówno paliwo uranowe, jak i uranowo plutonowe (MOX Mixed Oxide), Paliwo. MOX powstaje z wykorzystaniem materiałów jądrowych pochodzących z recyklingu. W reaktorach III⁺ zwiększono stopień wypalenia paliwa, a stosowanie paliwa MOX zmniejsza ilość odpadów radioaktywnych w całym cyklu paliwowym. Zaletą reaktorów EPR jest elastyczność regulacji mocy w zależności od obciążenia, W systemie bezpieczeństwa zastosowano kilka aktywnych i pasywnych środków zabezpieczających przed ewentualnymi wypadkami: cztery niezależne awaryjne systemy chłodzące (przy awaryjnym wyłączeniu reaktora), szczelna obudowa bezpieczeństwa systemów reaktora, specjalny zbiornik – chwytacz stopionego rdzenia z systemem chłodzenia, antyterrorystyczna konstrukcja budynku reaktora.

Wymaganie by przemysł jądrowy przyszłego kontrahenta był rozwinięty wiąże się ściśle z problemem wypalonego paliwa, którego nagromadzenie się po kilkunastu latach użytkowania elektrowni jądrowych jest znaczne. W cyklu paliwowym otwartym (wykorzystywanym w Stanach Zjednoczonych) paliwo jądrowe po wykorzystaniu nie jest przerabiane, a jest składowane w całości np. w wyrobiskach kopalń. W cyklu zamkniętym, w zakładach przerobu paliwa odzyskiwany jest uran i separowany jest pluton, reszta paliwa jest składowana, Zakłady przerobu

paliwa są zgodnie z umowami międzynarodowymi usytuowane wyłącznie w krajach posiadających broń jądrową i wyjątkowo na specjalnych warunkach w Japonii. Korea Południowa produkuje paliwo dla swojej energetyki sprowadzając uran z Kanady i Australii wzbogacany we Francji. W dłuższej perspektywie przemysł Korei nie jest dostatecznie rozwinięty. Wydaje się, że z tych względów należy szukać takiego dostawcy, który zapewniłby wszystkie potrzeby energetyki jądrowej, przy możliwie największym ograniczeniu kosztownych transportów materiałów jądrowych (wypalonego paliwa, odpadów po przerobie uranu wzbogaconego itd.).

Jednym z trudniejszych elementów wyboru dostawcy, który byłby jednocześnie współinwestorem, jest zdefiniowanie wspólnego modelu inwestycji dla tak długofalowego kontraktu zależnego od polityki, stanu gospodarki i inwestora krajowego. Zarysowane powyżej problemy mogłyby stanowić przedmiot dyskusji dotyczącej optymalnego wyboru dostawcy.

Podsumowanie – Kryteria wyboru dostawcy

Podsumowując w punktach kryteria wyboru potencjalnego dostawcy technologii bloków jądrowych dla polskiej energetyki wskazać można następujące, kluczowe zagadnienia:

Dojrzałość technologii i jej powtarzalność, możliwość dostosowania do europejskich wymagań, kodeksów, standardów i przyzwyczajeń. Podstawową sprawą jest doświadczenie dostawcy w budowie jądrowych bloków energetycznych i elastyczność ich dostosowania do wymagań prawno-ekonomicznych Unii Europejskiej. Dojrzałość i powtarzalność technologii jest warunkiem uzyskania zdolności kredytowej dla sfinansowania projektu.

Doświadczenie polskich firm – poddostawców i lokalny łańcuch dostaw.

Polskie firmy budownictwa energetycznego dysponują dużym doświadczeniem w pracy na budowie obiektów energetyki jądrowej, wzmocnią zespół dostawcy technologii podstawowej zapewniając ograniczenie błędów i opóźnień.

Wiarygodność i doświadczenie dostawcy.

Zespół firm dostawców technologii bloków jądrowych powinien posiadać świeże doświadczenie zdobyte w podobnym środowisku. Dla Polski środowiskiem tym są kraje UE i bezpośrednie ich sąsiedztwo (np. Wielka Brytania).

Możliwości szkoleniowe. Niezwykle ważna jest możliwość zaoferowania przez dostawcę technologii szerokiego zakresu szkoleń niezbędnych przy budowie, uruchomieniach, eksploatacji i remontach bloków jądrowych z zapewnieniem odpowiednich standardów jakościowych właściwych dla tych obiektów.

Zdolność partnera do zapewnienia pomocy i wsparcia właścicielowi-operatorowi bloków jądrowych w celu zapewnienia bezpiecznej eksploatacji instalacji w perspektywie długoterminowej.

Redukcja ryzyka z punktu widzenia finansowania i kredytowania projektu. Powyższe uwagi są bezpośrednio związane z zapewnieniem projektowi odpowiedniej wiarygodności i solidności, co pozwoli na łatwiejsze pozyskanie potencjalnych pożyczkodawców i inwestorów.

Trudność wyboru dostawcy, który byłby jednocześnie współinwestorem, jest związana z określeniem modelu inwestycji dla długofalowego kontraktu zależnego od polityki, stanu gospodarki i inwestora krajowego.

*dr inż. Krzysztof Rzymkowski,
Stowarzyszenie Ekologów na
Rzecz Energii Nuklearnej,
Warszawa*

Literatura:

- [1] Program Polskiej Energetyki Jądrowej, Monitor Polski 16.10.2020, poz., 946
- [2] Rytlewski M. Marek, Resiak Tomasz, „Poza cenowe” kryteria wyboru ofert na projektowanie”, Pomorskie Forum Drogowe Gdynia 2016
- [3] Sykulski Leszek, *Polska energetyka jądrowa w perspektywie geopolitycznej*, Konferencja „Przyspieszyć z energetyką Jądrową”, Warszawa 24.03.2021.
- [4] Rzymkowski Krzysztof, *Energetyka jądrowa Japonii* PTJ 4/2008 VOL 51 Z.4 Warszawa