

# ENERGETYKA JĄDROWA W 2014 ROKU

## Nuclear Power in the World in 2014

Andrzej Mikulski

Artykuł przedstawia w skrócie sytuację w energetyce jądrowej na świecie na koniec 2014 r. z dokładniejszym omówieniem sytuacji w Polsce. Liczba reaktorów wzrosła o 5 bloków, a ogólna moc o ok. 4 100 MWe. W dalszym ciągu wszystkie reaktory w Japonii pozostawały wyłączone.

The paper presents shortly the situation in nuclear power in the world with more detailed information about situation in Poland. The number of reactors<sup>1</sup> increased by 5 with overall power of 4 100 MWe. Still all reactors in Japan are shutdown.

**K**wartalnik Postępy Techniki Jądrowej (PTJ) regularnie przedstawia rozwój sytuacji w zakresie energetyki jądrowej [1-3], a rok 2014 w Polsce rozpoczął się od zdecydowanego akcentu – przyjęcia przez Radę Ministrów w dniu 28 stycznia 2014 r. uchwały w sprawie **Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ)** przygotowanego przez ministra gospodarki. W Programie zapisano zakres działań, jakie należy podjąć, aby zbudować i bezpiecznie korzystać z energetyki jądrowej w kraju. Z punktu widzenia społecznego najważniejszy jest w nim Etap IV kończący się 31 grudnia 2024 r., w którym zapisano „podłączenie do sieci pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej”. Ale zacznijmy od sytuacji światowej.

**Bilans energetyki jądrowej na świecie w 2014 r.** obejmował pierwsze podłączenie do sieci energetycznej pięciu bloków, tj. trzech bloków w Chinach: Ningde-2 (1018 MWe, 4 stycznia), Fuqing-1 (1000 MWe, 20 sierpnia) i Fangjia-shan-1 (1000 MWe, 4 listopada) i po jednym bloku w Argentynie Atucha-2 (692 MWe, 27 czerwca) i w Rosji Rostow-3 (1011 MWe, 27 grudnia). Wymienione powyżej bloki to:

- cztery reaktory typu PWR (wodne-ciśnieniowe) w Chinach i Rosji należące formalnie do II generacji, ale z pewnymi ulepszeniami,
- piąty reaktor typu PHWR (*Pressurised Heavy Water Reactor*) czyli ciśnieniowy ciężko-wodny (podobny do reaktora CANDU, ale ze zbiornikiem zamiast rur ciśnieniowych, którego budowę rozpoczęła niemiecka firma KWU) w Argentynie.

Dwa z tych reaktorów, w Rosji i Argentynie, pozostawały w budowie formalnie odpowiednio 31 i 33 lata, ale z bardzo długą przerwą, natomiast czas budowy pozostałych bloków typu PWR wynosił 5-6 lat. Z wymienionych wyżej bloków przejście od pierwszego uzyskania reakcji łańcuchowej (do-

świadczenie krytyczne) do eksploatacji komercyjnej, czyli pracy na pełnej mocy po okresie prób, trwało bardzo krótko, i tak dla: Ningde-2 (4 maj), Fuqing-1 (22 listopad) i Fangjia-shan-1 (15 grudnia) odpowiednio 4 i 3 miesiące oraz tylko 40 dni.

Oficjalnie w 2014 r. rozpoczęto budowę 3 bloków: CA-REM25 w Argentynie (25 MWe, 8 luty), Ostrowiec-2 na Białorusi (1109 MWe, 26 kwietnia) i Bakarah-3 (1325 MWe, 24 września) w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Pierwszy należy do kategorii małych bloków modularnych rozpoczynających zupełnie nową konstrukcję, a dwa pozostałe reaktory to klasyczne bloki III generacji typu PWR o mocy ok. 1000 MWe.

W 2014 r. na stałe wyłączono jeden blok Vermont Yankee (605 MWe, 29 grudnia) typu BWR w Stanach Zjednoczonych. Poza tym stwierdzono formalne przerwanie budowy bloku Cernavoda-5 (695 MWe, 11 marca) w Rumunii, którego budowa faktycznie pozostawała w zawieszeniu od grudnia 1990 r.

Bilans przyrostu mocy nowych pięciu bloków to ok. 4 700 MWe przy jednym wyłączeniu bloku o mocy 605 MWe, czyli przyrost netto wynosił ok. 4 100 MWe. I tyle czystej statystyki.

Omówienie sytuacji energetyki jądrowej na świecie wypada rozpocząć od Japonii, gdzie już czwarty rok pozostają wyłączone wszystkie reaktory energetyczne. Firma TEPCO prowadzi działania zabezpieczające na terenie elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi, gdzie trzy bloki uległy zniszczeniu w wyniku braku chłodzenia rdzeni reaktorów (niezbędnego do odprowadzenia tzw. ciepła powyłączeniowego) po trzęsieniu ziemi 11 marca 2011 r., a czwarty blok pozostawał w remoncie, ale uszkodzeniu uległ w nim basen do przechowywania wypalonego paliwa. Działania firmy koncentrują się na ograniczeniu przedostawania się

skażonej wody do gruntu i dalej do morza poprzez budowanie różnych zabezpieczeń technicznych oraz na oczyszczaniu skażonej wody magazynowanej w ponad 300 specjalnie wybudowanych zbiornikach. Położona opodal druga elektrownia jądrowa Fukushima Daini, pomimo że nie została uszkodzona nie zostanie uruchomiona. Przez cały 2014 rok prowadzono prace podnoszące bezpieczeństwo innych japońskich elektrowni, które przeznaczone są do uruchomienia, co w kilku przypadkach może nastąpić w 2015 r. Natomiast wiadomo już (marzec 2015), że trzy najstarsze bloki dwa typu PWR (Mihama-1 i Mihama-2) i jeden typu BWR (Tstruga-1) nie zostaną uruchomione. Japoński urząd dozoru jądrowego aktualnie rozpatruje wnioski o uruchomienie 19 bloków, a cztery bloki typu PWR (Takahama-3 i Takahama-4 oraz Sendai-1 i Sendai-2) oddane do eksploatacji w latach 1983-85 uzyskały już zgodę na uruchomienie i oczekują na wydanie ostatecznej decyzji przez władze lokalne.

W Chinach, najbardziej ambitnym kraju pod względem nowych konstrukcji kontynuowano już rozpoczęte budowy, ale dopiero pod koniec 2014 r. wydano zezwolenia na rozpoczęcie nowych inwestycji. Według statystyk MAEA, w kraju tym budowanych jest 25 reaktorów, z czego 20 to bloki typu PWR o mocy 1000 MWe, a pozostałe to po dwa bloki o mocy 600 MWe i 1 600 MWe oraz jeden reaktor wysokotemperaturowy o mocy 200 MWe.

Drugim co do wielkości krajem pod względem liczby budowanych reaktorów jest Federacja Rosyjska, gdzie powstaje ich dziewięć typu WWER o mocy 1000-1200 MWe, ale liczba ta obejmuje również dwa bloki małej mocy ulokowane na barkach (32 MWe), natomiast wstrzymana została w 2013 r. budowa bloku w EJ Bałtycka w obwodzie kalininogradzkim. Do liczby siedmiu bloków o dużej mocy trzeba dodać po dwa bloki budowane w Chinach i na Białorusi oraz jeden w Indiach.

Przechodząc do Europy to wprost niewiarygodnie przedłuża się budowa bloków typu EPR w Finlandii (Olkiluoto-3, pierwotnie miał być uruchomiony w 2009 r., a aktualnie wymieniany jest 2017 r.) i we Francji (Flamanville-3 z planowanym uruchomieniem w 2011 r., a obecnie przewidywanym w 2016 r.), co można tłumaczyć podjęciem inwestycji po wielu latach zastoju w przemyśle jądrowym i zwiększeniem wymagań bezpieczeństwa zarówno przy przejściu do III generacji reaktorów, jak i uwzględnieniem doświadczeń wynikających z katastrofy w Fukushima. Poza tymi dwoma krajami kontynuowana jest budowa dwóch bloków na Słowacji (Mochovce-3 i Mochovce-4 typu WWER-440 prze-rwanej w latach 90-tych i obecnie realizowanej z wieloma ulepszeniami technicznymi) oraz dwóch bloków na Biało-

rusi (według nowych projektów typu WWER oznaczonych AES-1200). Prowadzone są intensywne wysiłki w kierunku rozpoczęcia nowych inwestycji w Wielkiej Brytanii i rok ubiegły zakończył się uzgodnieniem wsparcia rządowego w postaci kontraktów różnicowych gwarantowanych przez rząd i zaakceptowanych przez UE (jeśli cena produkowanej kilowatogodziny będzie niższa niż rynkowa to rząd dopłaci różnicę inwestorowi, a jeśli będzie wyższa to inwestor przekaże nadwyżkę rządowi). Równolegle prowadzone są analizy bezpieczeństwa przewidzianych do budowy bloków typu EPR i AP1000.

Z innych krajów należy odnotować kontynuowanie budowy pięciu bloków, w tym czterech typu AP1000 w Stanach Zjednoczonych Ameryki przez firmę Westinghouse i trzech bloków typu APR1400 w Zjednoczonych Emiratach Arabskich przez firmę KEPCO z Korei Południowej.

Osobnym zagadnieniem, szeroko poruszonym w wielu doniesieniach prasowych pozostaje konstrukcja reaktorów typu SMR (*Small Modular Reactors*). Budowa pierwszego z nich oznaczona skrótem KLT-40 o mocy 32 MWe w wykonaniu przewoźnym (transportowym – na pływającej barce) kontynuowana jest w Federacji Rosyjskiej od 2007/2009 r., a uruchomienie przewidziane jest w latach 2016-2018. Jest to konstrukcja reaktora wodno-ciśnieniowego typu PWR o mocy 32 MWe przeniesiona z napędu lodolamacza. Budowa drugiego z nich, oznaczona skrótem CAREM o mocy elektrycznej 25 MWe w wydaniu stacjonarnym rozpoczęła się w Argentynie w 2014 r. poprzedzona wieloletnimi pracami przygotowawczymi. Jest to reaktor zupełnie nowej konstrukcji typu iPWR, czyli PWR zintegrowany z wytwornicami pary w jednej obudowie, zatem na zewnątrz wyprowadzana jest para jak w reaktorze typu BWR. Co jest jeszcze istotniejsze to w tym reaktorze krążenie wody w wewnętrznym obiegu pierwotnym odbywa się na zasadzie grawitacyjnej (obieg naturalny) bez korzystania pomp elektrycznych. Inne konstrukcje reaktorów typu SMR oczekują na uzyskanie certyfikatu amerykańskiego urzędu dozoru jądrowego (NRC) albo pozostają jeszcze w fazie projektowania.

Prace przy projektowaniu reaktorów należących do IV generacji realizowane są zgodnie z planem, który został uaktualniony w styczniu 2014 r., ale uruchomienia pierwszych prototypów należy spodziewać się po 2020 r.

Jak już napisano rząd w styczniu 2014 r. przyjął Polski Program Energetyki Jądrowej (PPEJ) określając termin uruchomienia pierwszego reaktora do 31 grudnia 2024 r. Przyjęcie programu formalnie zakończyło pierwszy etap przygotowań do budowy elektrowni jądrowej w Polsce, który wiązał się z nowelizacją Prawa atomowego i przyję-

ciem specjalnej ustawy inwestycyjnej. W tej sytuacji zakończyła się realizowana od maja 2009 r. misja Pełnomocnika Rządu ds. Energetyki Jądrowej pani Hanny Trojanowskiej i rezygnacja jej z tego stanowiska została przyjęta. Dalej sprawy elektrowni jądrowej będą realizowane przez Departament Energii Jądrowej w Ministerstwie Gospodarki. Jednym z przejawów działania tego departamentu było przeprowadzenie inwentaryzacji polskich placówek naukowych i innych przedmiotów posiadających kompetencje oraz możliwości uczestniczenia w PPEJ w zakresie prowadzenia prac badawczo-rozwojowych. Dokonano jej w oparciu przesłane deklaracje zainteresowanych przedmiotów (w liczbie ok. 90) bez ich weryfikacji, zatem przedstawione zdolności wymagają potwierdzenia przez niezależnych ekspertów.

Realizacja programu PPEJ rozpoczęła się od powołania spółki PGE EJ1, do której w 2014 r. dołączyły trzy inne podmioty gospodarcze: Enea, KGHM i Tauron obejmując po 10% udziałów. Najistotniejszym zadaniem była w 2014 r. realizacja programu badań lokalizacyjnych, które od marca 2013 r. prowadziła, wyłoniona w konkursie międzynarodowa firma WorleyParsons. Niestety prace te nie przebiegały zgodnie z oczekiwaniami PGE EJ1, która w grudniu 2014 r. zerwała umowę i postanowiła realizować dalej badania we własnym zakresie w dwóch wybranych lokalizacjach w gminach Gniewino i Krokowa oraz Choczewo (z trzeciej proponowanej lokalizacji w Gąskach ze względu na sprzeciw lokalnych społeczności zrezygnowano). Zerwanie kontraktu wiąże się automatycznie z przedłużeniem okresu realizacji tych badań. PGE EJ1 twierdzi, że tylko o kilka miesięcy, ale panuje ogólne przekonanie, że będzie to znacznie dłużej), a co za tym idzie obawą terminowej realizacji dalszych etapów projektu. W lipcu 2014 r. rozstrzygnięty został konkurs na tzw. inżyniera kontraktu, który wygrała brytyjska firma AMEC Nuclear. Inżynier kontraktu ma za zadanie wspierać inwestora w przygotowaniu i realizacji projektu w oparciu o tzw. postępowanie zintegrowane łączące wybór technologii, usług i finansowania całości projektu.

Działania informacyjne w zakresie energetyki jądrowej od kilku lat koncentrują się na regularnie prowadzonych portalach: „Wirtualny Nowy Przemysł” [wnp.pl], gdzie istnieje zakładka „Energia atomowa” i Centrum Informacji o Rynku Energii [cire.pl] z zakładką „Energetyka jądrowa”. Spółka PGE EJ1 w ramach programu „Świadomie o atomie” zorganizowała w miesiącach wakacyjnych spotkania edukacyjno-informacyjne w gminach gdzie może powstać elektrownia jądrowa. Ponadto zorganizowane zostało specjalne posiedzenie Komisji Nadzwyczajnej Sejmu ds. energetyki i su-

rowców energetycznych w dniu 24 lipca 2014 r. poświęcone m.in. „informacji o małych elektrowniach jądrowych” jako kroku uzupełniającego przyjętego przez rząd Programu PEJ.

Z doniesień prasowych warto odnotować pracę spółki Elektrobudowa od 2008 r. na budowie Elektrowni Jądrowej Olkiluoto-3 w Finlandii na zlecenie firmy Areva NP. GmbH. Obejmuje ona wykonanie montażu instalacji elektrycznych, aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki oraz udział w rozruchu dla części reaktorowej. Jak mówi prezes spółki Jacek Faltynowicz inwestycja ta ma już ok. pięć lat opóźnienia i potrwa jeszcze zapewne kolejne trzy lata nim dobiegnie końca. Spółka liczy na udział w kolejnych budowach bloków jądrowych w Europie, a w końcu na udział w budowie elektrowni atomowej w Polsce.

Rok 2014 stanowił zakończenie dziewięciu z dziesięciu zadań badawczych w Strategicznym Projekcie Badawczym „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej” zarządzanym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju a w tym roku oczekiwane jest podsumowanie zrealizowanych zadań. Niestety podejmowane wysiłki w celu przedłużenia tego programu lub kontynuowanie go w innej formule finansowania nie przyniosły rezultatów. Skończył się on definitywnie i można tylko życzyć, by różne uczelnie i instytuty mogły go dalej realizować w przyszłości by utrzymać zatrudnienie obecnych realizatorów i nie stracić uzyskanego doświadczenia.

Tekst ten powstaje pod koniec marca 2015 r. i nie sposób pominąć wydarzeń w Polsce z początku roku. Otóż wiceminister Skarbu Państwa Zdzisław Gawlik stwierdził w Sejmie, że uruchomienia pierwszego reaktora należy spodziewać się do końca 2027 r. Jeśli porównamy to z zapowiedziami z 2009 r. to mamy już siedem lat przesunięcia lub jak kto woli opóźnienia, a jakie to będzie miało konsekwencje techniczne i finansowe to poznamy dopiero po latach.

*dr Andrzej Mikulski,  
Państwowa Agencja Atomistyki,  
Warszawa*

#### Literatura

- [1] Energetyka jądrowa w Polsce – próba bilansu ostatniego pięciolecia, PTJ nr 3/2013, s. 38.
- [2] Energetyka jądrowa w 2012 roku, PTJ nr 2/2013, s. 54.
- [3] Energetyka jądrowa w 2013 roku bez zmian, PTJ nr 4/2013, s. 41.