

# Narodowe polityki nuklearne po Fukushima

## National nuclear policies after Fukushima

### Krajobraz po katastrofie

Niemcy, Włochy, Szwajcaria i ostatnio Belgia odwróciły się od energetyki jądrowej. Decyzje te są pokłosiem incydentu w elektrowni *Dai ichi* (Fukushima), a ich skutkiem stało się to, że tak długo oczekiwany renesans technologii nuklearnych nagle znalazł się w impasie. Jednak perspektywy energetyki jądrowej są w istocie znacznie lepsze niż mogłoby to wynikać z dzisiejszego klimatu, wygenerowanego przez okoliczności, wymuszone przez siły natury i błędy człowieka [1].

Ale rozpocznijmy od rachunku strat. Wypadek w Japonii – drugi co do konsekwencji po Czarnobylu wg ocen Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) – nadal niepokoi brakiem pełnej kontroli nad zachodzącymi procesami. Operator elektrowni (*Tokyo Electric Power*) znalazł się na progu bankructwa, a jego akcje na giełdzie spadły poniżej najniższych dotychczas notowań.

Zanim oceniono skutki awarii w Fukushima koalicyjny rząd Niemiec w maju 2011 r. zdecydował o odstąpieniu do roku 2020 wszystkich siedemnastu krajowych reaktorów jądrowych. W tym samym czasie Szwajcaria zadeklarowała rezygnację z budowy nowych obiektów energetyki jądrowej i o utrzymaniu w eksploatacji obiektów istniejących aż po kres ich żywotności (najnowsza z elektrowni dokona swych dni w roku 2034). W czerwcu 2011 r. Włochy w narodowym referendum przeważającą liczbą głosów (94% przy frekwencji 55%) odrzucili powrót do opcji jądrowej, sprzeciwiając się jakimkolwiek nowym inwestycjom. W październiku moratorium dla inwestycji w sektorze energetyki nuklearnej ogłosił parlament Belgii.

W wymienionych krajach los obiektów energetyki jądrowej zdaje się dzielić fatum ginących gatunków zwierząt: jeszcze żyją, ale już się nie rozmnażają. Politycy lukę strukturalną chcą zapłacić programami energetyki, wykorzystującej zasoby odnawialne (OZE), dedykując sektorowi jądrowemu rolę czarnej owcy w stadzie. Jednakże, wyłączając przypadek niemiecki, perspektywy nowych inwestycji w świecie przed awarią w Fukushima wyglądały dość obiecująco. Co zatem się zdarzyło? W istocie nie tak zasadniczo i nie tak wiele [1-3].

W sposób oczywisty Fukushima wywarła wpływ na politykę energetyczną Japonii. Przed incydem rząd w Tokio wyznaczył cel: 50% udziału opcji jądrowej w bilansie wytwarzania energii elektrycznej do roku 2030, co stanowiło istotny postęp w odniesieniu do dzisiejszej wartości 30%. Po wydarzeniu z 11 marca zawieszono program badawczy i zobowiązano się do sporządzenia całkowicie nowej strategii energetycznej. Tym niemniej najnowsze deklaracje odpowiedzialnego za program resortu

przemysłu stwierdzają, iż energetyka jądrowa pozostanie nadal podstawowym źródłem energii elektrycznej dla Japonii. Ekspansja eksportu wyposażenia dla elektrowni jądrowych uległa jednak dla gospodarki Japonii silnemu przyhamowaniu. Dotyczy to koncernów *Toshiba* i *Hitachi*, a *General Electric* – globalny partner *Hitachi* i licencjodawca technologii reaktorów z wrzącą wodą (takich jak w Fukushima) wyraźnie stracił zainteresowanie energetyką jądrową na rzecz technologii fotowoltaicznych. Przewiduje się, iż w najbliższym pięcioleciu fotowoltaika obniży koszty wytwarzania energii elektrycznej poniżej poziomu charakterystycznego dla technologii jądrowych.

W znacznej części odwrócenie się od energetyki jądrowej sprzyja korzyściom uzyskiwanym przez gazowe technologie wytwarzania energii elektrycznej. Niedawno na konferencji prasowej, poświęconej prezentacji nowego osiągnięcia koncernu *Siemensa* („turbina klasy H”), wyrażono opinię, że w obliczu rezygnacji z elektrowni jądrowych wzrośnie zapotrzebowanie na jednostki gazowo-parowe (CCGT). Firma *General Electric* wyraża natomiast przekonanie, iż jej nowy produkt *FlexEfficiency* CCGT zrewolucjonizuje sektor energii elektrycznej przez umożliwienie większego udziału technologii OZE na drodze realizacji koncepcji zintegrowanego z technologiami OZE cyklu gazowo-parowego. Pierwszy realizowany obiekt tego typu w Karmon (Turcja) składa się z zespołu turbiny gazowej i turbiny parowej *FlexEfficiency*, parku turbin wiatrowych GE (22 MW) oraz z ciepłego bloku solarnego *eSolar* o mocy 50 MW. Łączna moc znamionowa obiektu wyniesie 530 MW.

Wiele krajów rozwiniętych gospodarczo skłania się ku zróżnicowanej strukturze mocy wytwórczych („generation mix”) z preferencją dla „taniego” paliwa gazowego. Jest to strategia budząca wątpliwości w perspektywie długoterminowej, ale jest z pewnością uzasadniona w kategoriach optymalizacji krótkoterminowej, np. na zliberalizowanym europejskim rynku energii elektrycznej. Konkurencja wśród dostawców gazu i względna obfitość tego paliwa w oczekiwaniu na boom łupkowy spowodowała drastyczne obniżenie cen i możliwość wyboru źródeł stabilnych w kategoriach geopolityki.

Jednak należy pamiętać, że energia jest czynnikiem decydującym w znacznej mierze o konkurencyjności całej gospodarki i żaden rząd nie może nie rozważać konsekwencji wyboru rozwiązań politycznych dla umiejscawiania swego kraju w globalnym rankingu gospodarek. Nonsensem jest bierny stosunek do możliwości uzyskania przewagi konkurencyjnej w dziedzinie kosztów energii z uzasadnieniem, że jest to cena, płacona za powstanie sprywatyzowanego rynku, wolnego od interwencjonizmu państwa.

Interesujące stwierdzenia, wynikające z obserwacji stanu i zachowań globalnego sektora energii, zawiera analiza wywiadowni gospodarczej „The Economist Intelligence Unit” (EIU), zatytułowana „Przyszłość energetyki jądrowej – jeden krok wstecz, dwa kroki do przodu” (co zresztą czytelnikom pamiętającym wykłady marksizmu-leninizmu przypomina jedno z dzieł towarzysza Iljicza). Raport [5] EIU stwierdza, że globalny trend rozwoju energetyki jądrowej w następnej dekadzie będzie zdecydowanie rozwojowy i to mimo świeżej pamięci m.in. wydarzeń w Fukushimaie.

Trudno nie zauważyć, iż jednym z zasadniczych problemów energetyki jądrowej w następnym dziesięcioleciu pozostanie finansowanie obiektów wielkich i cechujących się zmiennością kosztów inwestycyjnych na sprywatyzowanym rynku; analizy EIU przyjmują, że większość państw nie zmieni swego stosunku do technologii nuklearnych mimo doświadczeń Fukushima [5]. Raport EIU obniża jednak oceny prognostyczne w zakresie potrzeby nowych inwestycji dla dziesięciu najważniejszych krajów, zaangażowanych w programy jądrowe: USA, Francji, Japonii, Rosji, Niemiec, Korei Płd., Ukrainy, Kanady, W. Brytanii i Chin, ale i tak przewidywania dla roku 2020 są o 27% wyższe niż dla roku 2010. Co więcej: sceptycyzm w odniesieniu do tych programów nie jest w istocie generalnym odwrotem od opcji jądrowej, lecz raczej unikaniem jawnego poparcia przez rządy decyzji niepopularnych w opinii publicznej „*Energetyka nuklearna jest odpowiedzialnością na wyzwania długoterminowe i stąd też nie podlega łatwej wymianie czy też substytucji. Konieczność wprowadzenia do systemu nowych źródeł mocy elektrycznej dla podtrzymania rozwoju gospodarczego oraz zasadne oczekiwania, iż źródła jądrowe zapewnią bezpieczeństwo i ograniczenie emisji, czynią z opcji jądrowej kuszącą alternatywę*” [5]. Nie ustaje zainteresowanie energetyką nuklearną w krajach Europy Wschodniej oraz środkowego Wschodu. Można nawet skonstatować, iż obserwujemy nową fazę renesansu tych technologii w skali globalnej.

### Cień Fukushima: reakcje Europy, USA i Azji [7]

FRANCJA	Rząd zadeklarował przegląd wszystkich swych 58 reaktorów, potwierdzając zarazem w czerwcu 2011 r. kontynuację programu jądrowego przez przeznaczenie 1 mld euro na badania w tym obszarze i aprobatę dla przedłużenia o 10 lat licencji dla najstarszego z reaktorów.
NIEMCY	15 marca 2011 przerwano eksploatację ośmiu najstarszych reaktorów. Dwa miesiące później kanclerz Angela Merkel ogłosiła zakończenie narodowego programu nuklearnego i wycofanie wszystkich reaktorów z eksploatacji do roku 2022.
WŁOCHY	Kraj nie dysponuje czynnymi reaktorami, a jego program jądrowy został zatrzymany na mocy referendum z roku 1987, ale w roku 2008 rząd zmienił tę decyzję i rozpoczął planowanie nowego obiektu nuklearnego, 13 czerwca 2011 r. referendum ponownie zatrzymało znakomitą większością głosów realizację programu.

SZWAJCARIA	14 marca 2011 rząd zamroził proces licencjonowania trzech nowych reaktorów, mających zastąpić obiekty przestarzałe. Następnie 25 maja podjęto decyzję o wstrzymaniu inwestycji odtworzeniowych i zakończeniu narodowego programu jądrowego do roku 2034.
BELGIA	Mimo braku rządu parlament podjął decyzję o odstawieniu do r. 2030 wszystkich reaktorów, a najstarsze 3 z nich mają być wyłączone do r. 2015.
CHINY	16 marca 2011 r. rząd postanowił nie udzielać pozwoleń na budowę nowych elektrowni jądrowych aż do wprowadzenia bardziej surowych standardów bezpieczeństwa. Zlecono równocześnie inspekcje wszystkich istniejących obiektów i przegląd wszystkich planowanych.
WIETNAM	Rząd uznał, że wzrost gospodarczy może być podtrzymany w najbliższych latach przez energetykę jądrową. We wrześniu rząd oznajmił, iż przeprowadzone studia wykonalności nowych obiektów nuklearnych podtrzymują determinację w realizacji programu rozwojowego w tym obszarze mimo sytuacji globalnego kryzysu gospodarki i awarii w Fukushimaie.
JAPONIA	Od początku września 2011 r. w ruchu utrzymuje się 11 z 54 reaktorów. Wyłączone obiekty muszą przejść przegląd przy zaostrzonych kryteriach przed powrotem do eksploatacji. Regulatorzy muszą również dokonać oceny bezpieczeństwa całości programu nuklearnego. Premier wsparł koncepcję przywrócenia do pracy wyłączonych obiektów, ale zasugerował równocześnie, że Japonia powinna stopniowo wycofywać się z energetyki jądrowej.
USA	W marcu 2011 r. Komisja Regulacji Nuklearnych (US NRC) rozpoczęła inspekcję stanu bezpieczeństwa 104 reaktorów w USA. Stwierdzono, że wszystkie te obiekty powinny być wyłączane w sytuacji wielkich powodzi lub trzęsień ziemi. Jednak Komisja przyjęła równocześnie stanowisko o potrzebie aktualizacji regulacji dla zwiększenia wymagań bezpieczeństwa.

Rola Stanów Zjednoczonych w kształtowaniu poglądów na przyszłość sektora energii, a zwłaszcza technologii nuklearnych, skłania do szerszej prezentacji poglądów wpływowych przedstawicieli organizacji rządowych, korporacji przemysłowych i nauki tego kraju.

Redakcja prestiżowego czasopisma Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników (*IEEE Spectrum*) zwróciła się do wybitnych ekspertów z zakresu technologii, legislacji i finansowania energetyki jądrowej w USA z zasadniczymi wątpliwościami odnośnie do przyszłości tych źródeł energii elektrycznej w epoce po wydarzeniach 11 marca 2011 roku. Ta seria dziesięciu miniwywiadów przedstawia różnicowanie poglądów na perspektywy najbardziej kontrowersyjnych dziś technologii [8] i warta jest refleksji w obliczu decyzji o krajowej strategii rozwoju i transformacji energetyki.



1. MARTIN VIRGILIO – Dyrektor programu przygotowań US Nuclear Regulatory Commission (NRC)

**Pytanie:** Jakie są najważniejsze priorytety regulatora sektora energii jądrowej po Fukushima?

**Odpowiedź:** Skupiamy się na tym, co możliwe jest do wykonania w najbliższym czasie, aby wprowadzić fizyczne udoskonalenia obiektów jądrowych. Najprawdopodobniej oznacza to ulepszenie ochrony przed powodzią i falami sejsmicznymi. Mogą pojawić się też nowe wymagania w odpowiedzi na problem, który był zasadniczym elementem zdarzeń w Fukushima. Było to długotrwałe pozbawienie zasilania (własnego bądź ze źródeł zewnętrznych). Konieczne jest dysponowanie systemem zaopatrzenia w energię elektryczną, zdolnym do pracy w warunkach wielkich zakłóceń, wynikających z katastrof naturalnych. Obecnie wszystkie elektrownie w USA mogą pracować przez 4 do 8 godzin bez jakiegokolwiek zasilania ze źródeł zewnętrznych, ale musimy być pewni, że ten czas pracy bez zasilania może być znacznie dłuższy.

**P.:** Jeżeli państwo jako regulator zażąda znacznie bardziej restrykcyjnych wymagań bezpieczeństwa dla nowych elektrowni jądrowych, to czy przedsiębiorstwa – inwestorzy znajdując ekonomiczną zachętę do budowy tych obiektów?

**O.:** Nie sądzę, by wymagania regulatora miały wpływ na decyzje o budowie nowych elektrowni jądrowych – myślę, że jest to bardziej zależne od ceny gazu ziemnego. Wiele przedsiębiorstw, które zamierzały wejść w biznes nuklearny przed pięciu laty obserwują teraz ceny na rynkach gazu i zadają sobie pytanie, czy wejście w programy jądrowe jest decyzją właściwą w obecnych uwarunkowaniach. Takie decyzje wynikają w istocie z przesłanek ekonomiki innych wariantów budowy źródeł energii elektrycznej.

2. J.SCOTT PETERSON senior v. prezydent komunikacji w Nuclear Energy Institute

**P.:** Czy przemysł nuklearny może odzyskać zaufanie opinii publicznej po wydarzeniach w Fukushima?

**O.:** Nasza ankieta z czerwca 2011 wykazała, że poparcie w społecznościach lokalnych w najbliższej odległości od reaktorów w USA jest nadal bardzo silne. 80% respondentów popiera wykorzystanie energii jądrowej, a są to ludzie lepiej poinformowani i powszechnie występującą tendencją jest, że im więcej ludzie wiedzą o energetyce jądrowej, tym silniejsze jest dla niej poparcie. Dane sondażowe wykazują wyraźny spadek zaufania do takiej energetyki, ale nie zwiększa to liczby jej przeciwników – zwiększa się udział opinii neutralnych. Wielu ludzi dokonuje rewizji swych poglądów, z czego wynika konieczność wychodzenia im naprzeciw i pełnej transparentności sektora nuklearnego dla pomocy w kształtowaniu opinii.

3. DAVE LOCHBAUM – dyrektor Projektu Bezpieczeństwa Jądrowego stowarzyszenia Union Concerned Scientist

**P.:** Czy konieczne jest wprowadzenie nowych regulacji dla zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych?

**O.:** Bardziej pilnym zadaniem dla Komisji Regulacji Nuklearnych USA (NRC) jest ściśle przestrzeganie istniejących regulacji. Podać można tu przykłady zasad ochrony przeciwpożarowej i odprowadzania cieczy skażonych radioaktywnie. NRC dysponuje listą 47 reaktorów w USA, które nie przestrzegają zasad bezpieczeństwa pożarowego przy braku reakcji ze strony agencji. NRC dysponuje również listą obejmującą nawet większą liczbą przypadków reaktorów, które utraciły w pewnych okolicznościach szczelność i nielegalnie odprowadziły skażone radioaktywnie ciecze, bez żadnej reakcji agencji. Agencja nie może zachowywać się z wyniosłą obojętnością na przypadki naruszania prawa w oczekiwaniu na ofiary śmiertelne. NRC musi natychmiast wzmocnić przestrzeganie obowiązujących reguł, by uniknąć przyszłych katastrof.

4. CHRIS GADOMSKI, analityk New Energy Finance w korporacji Bloomberg

**P.:** Czy jest jakieś jedno działanie rządu, które może przyczynić się do akceptowalnej opłacalności finansowej nowych reaktorów?

**O.:** Jeżeli mamy intencje ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> w kraju, to konieczne jest, by rząd wprowadził cenę za taką emisję. Powinno to zwiększyć koszt źródeł wykorzystujących gaz ziemny i spowodować wzrost zapotrzebowania na źródła jądrowe, gdyż to one są największym wytwórcą energii elektrycznej wolnej od „ślądu węglowego”. Departament Energii (US DOE) powinien odstąpić od wszystkich gwarancji kredytowych dla energetyki nuklearnej, zapewniając przejrzystość polityki stanowienia cen za emisje węglowe i zezwolić przemysłowi na podejmowanie decyzji najlepszych.

5. JOHN RITCH, dyrektor generalny World Nuclear Association (WNA)

**P.:** Jak organizacje międzynarodowe mogą zapewnić bezpieczeństwo w krajach, które planują wejście do „klubu nuklearnego”?

**O.:** Dla operatorów przystępujących do pierwszego załadunku paliwa jądrowego, Światowe Stowarzyszenie Operatorów Nuklearnych oferuje procedury działań przedstartowych. Działanie to jest adresowane głównie do krajów nieposiadających doświadczenia w obszarze technik jądrowych. Przejście od fazy budowy obiektu do fazy eksploatacji elektrowni jest operacją delikatną i w wielu przypadkach incydenty wydarzają się w pierwszych miesiącach eksploatacji elektrowni (np. awaria Three Mile Island).

**P.:** Co można sądzić o bezpieczeństwie jądrowym w Chinach, budujących reaktory w imponującym tempie?

**O.:** Błędem może być przypuszczenie, że Chiny troszczą się o bezpieczeństwo mniej niż inne kraje. Troska o bezpieczeństwo znalazła swój wyraz w natychmiastowej reakcji rządu na incydent w Fukushima: pięć dni od początku

katastrofy Rada Państwa Republiki Chin oznajmiła o zawieszeniu licencji na budowę nowych elektrowni jądrowych i przeprowadzeniu kompleksowych testów bezpieczeństwa wszystkich projektów nuklearnych.

W roku ubiegłym Międzynarodowa Agencja Energetyki Atomowej dokonała dwutygodniowej inspekcji zasad regulacji bezpieczeństwa jądrowego w Chinach. IAEA sformułowała szereg zaleceń, ale stwierdziła też, że przegład utwierdził „zaufanie do efektywności chińskiego systemu regulacji bezpieczeństwa i bezpieczeństwa szybko rozwijającego się przemysłu jądrowego w przyszłości”.

6. NIEL WILMHUEST, v. prezydent wydziału nuklearnego Instytutu Naukowo-Badawczego Energetyki (EPRI)

**P.:** Ostatnio w USA mówi się o wydłużeniu licencji eksploatacyjnych dla elektrowni nawet do 80 lat. Jakie są niebezpieczeństwa odnawiania licencji dla starzejących się obiektów?

**O.:** Istnieje wiele technicznych problemów, które wymagają sprawdzenia dla podjęcia decyzji o tym, czy druga licencja jest bezpieczna i akceptowalna ekonomicznie. Należy zdecydować przykładowo, jakie elementy wyposażenia muszą podlegać wymianie, które można modernizować i które można eksploatować nadal. Można dokonać wymiany wielu zespołów w elektrowni: pompy, silniki, zawory, orurowanie, ale betonowa obudowa bezpieczeństwa jest dość trudna do wymiany. Tak więc musimy dobrze poznać mechanizmy starzenia się np. obiektów betonowych oraz sam proces ich degradacji i następnie – o ile okaże się to niezbędne – opracować techniki oceny. Jak na razie nie wykryto niczego, co mogłoby być barierą techniczną w procedurach odnawiania licencji.

**P.:** Jak zmieniły się priorytety programów badawczo-rozwojowych po Fukushima?

**O.:** Jednym z obszarów, które w sposób oczywisty wymagają szczególnej troski, jest zrozumienie przez przemysł zewnętrznych zjawisk naturalnych, dotyczących więcej niż jednego reaktora w określonej lokalizacji oraz rozpatrywanie konsekwencji takich zdarzeń. Fukushima w sposób dobitny wykazała, iż nie zawsze można polegać na wyposażeniu i funkcjonalności oraz na możliwości udzielenia pomocy z zewnątrz.

7. ED CUNNINS, v. prezydent działu nowych technologii w elektrowniach *Westinghouse Electric Co.*

**P.:** Czy incydent w Fukushima spowoduje, iż przedsiębiorstwa energetyczne dokonają ponownej oceny najnowszych konstrukcji reaktorów? Czy istnieje nowy czynnik, przyspieszający zaawansowane rozwiązania reaktorów IV Generacji?

**O.:** Cały przemysł nuklearny ocenia skutki incydentu w Fukushima dla rozwiązań konstrukcyjnych reaktorów. Firma Westinghouse wykorzysta zdobyte doświadczenia w konstrukcji AP 1000 (reaktor generacji III +), gdy zostaną ustalone wszelkie szczegóły. Nie należy oczekiwać znaczących zmian w przyjętych rozwiązaniach i nie wystąpiły czynniki, wpływające na tempo prac nad reaktora-

mi IV Generacji. Ten typ rozwiązań przyjmuje jako typową konstrukcję zaawansowany reaktor, stosujący jako chłodziwo gaz lub ciekłe metale zamiast wody. Komer-  
cjalizacja reaktorów IV Generacji nie jest osiągalna w najbliższej przyszłości z uwagi na konieczność rozwiązania jeszcze wielu problemów technicznych.

8. FRANK VON HIPPEL, dyrektor programu nauki i bezpieczeństwa globalnego w Uniwersytecie Princeton.

**P.:** Co jest najlepszym rozwiązaniem problemu składowania odpadów nuklearnych?

**O.:** W porównaniu z wariantem składowania odpadów na powierzchni przez nieskończony okres znacznie bardziej bezpieczne jest ich umieszczenie na głębokości 500 m. Ustanowienie stałego składowiska jest problemem bardziej natury politycznej niż technicznej. Kongres usiłuje umiejscowić stałe składowisko w Newadzie, ale działania pod przymusem w stosunku do społeczeństwa jest sprzeczne z samą ideą demokracji. Komisja „Błękitnej Wstęgi” ds. Przyszłości Amerykańskiego Sektora Energetyki w swym projekcie raportu stwierdziła, iż konieczne jest podejście na zasadzie konsensusu. Podejście takie zastosowano z sukcesem w przypadku Szwecji i Finlandii i można oczekiwać, iż stanie się to standardem w takich działaniach.

#### LITERATURA

- [1] Rothwell G.: Organizations under Volatile Uncertainty – An Analysis of the Fukushima Catastrophe. IAEA Energy Forum, Fourth Quarter 2011
- [2] Probert T.: Reports of nuclears Death are greatly exaggerated. *PEI Mag.*, Vol. 19, Iss. 6, June 2011
- [3] *Editor's Note PEI Mag.*, Vol. 19, Iss. 6., June 2011
- [4] Malko J.: Długi cień Fukushimy – skutki dla elektroenergetyki Europy. *Rynek Energii* 2011, nr 5 (96)
- [5] Economist Intelligence Unit: The future of nuclear: One step back, two steps forward. Report of June 2011 London – N. York – Hong-Kong
- [6] Editorial: Italy, Switzerland, Germany forego to the nuclear option. *PEI Mag.* Vol.19, Iss.8., August 2011
- [7] King R., S.: The post – Fukushima World. *IEEE Spectrum*. November 2011
- [8] Editorial: What Next for Nuclear. *IEEE Spectrum*. Vol. 48, November 2011

