



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

GOSPODARKA NARODOWA

1
(275)
Rok LXXXV/XXVI
styczeń–luty
2015
s. 27–54

Andrzej T. SZABLEWSKI*

Czy rozwijać energetykę jądrową w Polsce?

Streszczenie: Przedstawiony artykuł jest głosem w dyskusji na temat celowości rozwijania w Polsce energetyki jądrowej. Zaprezentowano w nim krytyczne spojrzenie na dotychczasowe podejście kręgów rządowych do rachunku opłacalności tego rodzaju energetyki, w którym po pierwsze, pomija, albo przynajmniej nie docenia się konsekwencji, jakie dla tego rachunku ma liberalizacja sektora elektroenergetycznego, po drugie, mimo szybko rosnących w rzeczywistości kosztów budowy wielkoskalowych elektrowni jądrowych ciągle przyjmuje się założenie, że będą one systematycznie maleć oraz po trzecie, nie uwzględnia się, bądź bagatelizuje znaczenie różnego rodzaju ryzyka, które w ostatnich latach zaczyna narastać.

Oznacza to potrzebę przeniesienia punktu ciężkości w rachunku opłacalności z pytania, jaki będzie przyszły koszt wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych na pytania o: a) rozmiar nakładów na ich budowę, b) czy i po jakim koszcie uda się sfinansować ich budowę, w sytuacji, gdy stale rośnie stopień niepewności, co do stopnia przyszłej konkurencyjności kosztowej wielkoskalowej energetyki jądrowej w stosunku do innych technologii wytwarzania elektrycznej i c) czy w związku z tym ich budowa będzie w interesie gospodarstw domowych i będzie sprzyjać konkurencyjności gospodarki.

Zasadniczym celem artykułu jest identyfikacja – na podstawie analizy literatury przedmiotu – głównych źródeł ryzyka budowy nowych elektrowni jądrowych po to, aby uzasadnić tezę, że stale rosnący rozmiar tego ryzyka podważa ekonomiczny sens ich budowy w krajach, które weszły na drogę rynkowej transformacji sektorów elektroenergetycznych. Dotyczy to zwłaszcza tych krajów, które – tak jak Polska – zamierzają dopiero wejść na drogę rozwoju tego rodzaju energetyki.

Słowa kluczowe: energetyka jądrowa, liberalizacja energetyki, ryzyko budowy nowych elektrowni jądrowych, nowe technologie

Kody JEL: D24, L51, L52

Artykuł nadesłany 6 września 2014r., zaakceptowany 7 stycznia 2015r.

* Polska Akademia Nauk, Instytut Nauk Ekonomicznych, e-mail: andrzej.szablewski@p.lodz.pl

Wprowadzenie

Podjętą w styczniu 2009 roku uchwałę Rady Ministrów – uruchamiającą proces działań w zakresie rozwoju energetyki jądrowej w Polsce – poprzedziły kilkuletnie prace studialne prowadzone przez wówczas najważniejsze w krajowym sektorze elektroenergetycznym przedsiębiorstwo, Polskie Sieci Elektroenergetyczne (PSE). Wyniki tych prac niewątpliwie przyczyniły się do wpisania w 2005 roku do krajowej polityki energetycznej na lata 2005–2025 zapisu o potrzebie rozpatrzenia zasadności rozwoju tego rodzaju źródeł wytwarzania energii elektrycznej. Powołany wkrótce potem Pełnomocnik Rządu i zgromadzony wokół niego zespół doradczy rozpoczęli stosowne prace przygotowawcze nad stworzeniem programu rozwoju energetyki jądrowej, który – zgodnie z wspomnianą wyżej uchwałą RM – zakładał budowę co najmniej dwóch tego rodzaju elektrowni. W roku 2011 uchwalono prawo atomowe oraz 20 aktów wykonawczych, które tworzyły legislacyjno-regulacyjne podstawy do realizacji tego programu. Ważnym ośrodkiem prac nad realizacyjną stroną tego programu była Polska Grupa Energetyczna (sukcesor PSE), która w 2012 roku ogłosiła wstępny plan budowy dwóch elektrowni o łącznej mocy 6000 MW. Prace planistyczne zostały zakończone w roku 2014 ogłoszeniem szczegółowego planu budowy dwóch elektrowni, zakładającego zakończenie budowy pierwszej elektrowni w 2024 roku, a drugiej w roku 2035.

Biorąc pod uwagę doświadczenia większości krajów posiadających energetykę jądrową nie ma nic dziwnego w tym, że decyzja o jej rozwoju w naszym kraju od początku wzbudziła kontrowersje i do dzisiaj trwają dyskusje dotyczące jej zasadności. Najbardziej aktywnymi uczestnikami tych dyskusji są przedstawiciele środowisk związanych – co istotne – z różnymi sektorami energetycznymi, w tym zwłaszcza z różnymi segmentami sektora elektroenergetycznego¹, jak i środowisk zorientowanych na ochronę środowiska, w tym także tych, które opowiadają się za koniecznością realizacji polityki klimatycznej. Warto podkreślić, że linia podziału, jeśli chodzi o stosunek do energetyki jądrowej, przebiega także w obrębie tych obu środowisk. W przypadku tych pierwszych, wyraźnie zaznacza się spór zwolenników energetyki jądrowej ze zwolennikami energetyki węglowej, energetyki odnawialnej i zdecentralizowanej, zaś w przypadku środowisk ekologicznych, dla których przecież energetyka jądrowa powinna mieć niezaprzeczalne walory, źródłem sporu jest postrzeganie jej w kategoriach konkurencji, czyli zagrożenia, że jej rozwój może zmniejszyć zakres udzielanego dotąd wsparcia dla rozwoju energetyki odnawialnej.

Co ciekawe, nadal w tej dyskusji – jak dotąd – słabo prezentuje się głos opinii publicznej, która w większości krajów była przecież i nadal jest czynnikiem skutecznie powstrzymującym ekspansję tego rodzaju energetyki. Być

¹ Zgodnie z terminologią stosowaną szeroko poza fachowym piśmiennictwem – w którym dla sektora wytwarzania i dostarczania energii elektrycznej stosuje się właśnie ten termin – w dalszej części artykułu, sektor ten będzie także nazywany sektorem energetycznym.

może powodem tej pasywności jest brak decyzji lokalizacyjnych. Ich podjęcie bowiem zwykle najpierw aktywizuje – zgodnie ze znaną zasadą NIMBY² – sprzeciw lokalnych społeczności. Sprzeciw ten jest potem nagłaśniany w coraz szerszej skali i wraz z nasilaniem się – podawanej przez media – argumentacji eksponującej niebezpieczeństwa energetyki jądrowej, rośnie on do poziomu, w którym staje się ważną determinantą decyzji politycznych.

W płaszczyźnie ekonomicznej głównym argumentem zwolenników energetyki jądrowej ma być jej przewaga w zakresie konkurencyjności kosztowej nad energetyką węglową, gazową i różnymi innymi rodzajami energetyki odnawialnej, w tym zwłaszcza wiatrowej i solarnej. Odwołują się oni tutaj do stosowanej już od dawna metodyki liczenia całkowitego, jednostkowego kosztu wytworzenia energii elektrycznej (1 kWh, czyli kilowatogodziny) w poszczególnych rodzajach źródeł wytwarzania (tzw. *levelized cost of energy*). Koszt ten liczy się tutaj jako iloraz, w którym dzielną jest zaktualizowana wartość wszystkich nakładów ponoszonych w całym okresie życia danej elektrowni, tzn. w okresie jej budowy, eksploatacji i likwidacji, zaś dzielnikiem spodziewana w tym okresie całkowita ilość wytworzonych kilowatogodzin.

Nie jest więc przypadkiem, że w sporze wokół opłacalności różnych rodzajów energetyki liczonej za pomocą tej metodyki, prezentowane są odmienne wyniki wskazujące na przewagę tego lub innego rodzaju technologii wytwarzania energii elektrycznej. Ten sposób liczenia wymaga bowiem przyjmowania założeń, dotyczących kształtowania się w przyszłości różnych elementów kosztów. Im zatem bardziej odległy horyzont czasowy w którym koszty te mają być ponoszone, tym większa doza niepewności, co do ich wysokości i związany z tym wzrost uznaniowości, jeśli chodzi o przyjmowane do prowadzonego rachunku założenia dotyczące kształtowania się tych kosztów.

Nic zatem dziwnego, że najwyższy stopień zróżnicowania wyników opłacalności wytwarzania energii elektrycznej dotyczy energetyki jądrowej, zważywszy, że zakładany dzisiaj okres eksploatacji elektrowni jądrowych wydłuża się z 40 do 60 a nawet 80 lat. Niepewność dotycząca szacunku całkowitych kosztów wytwarzania w planowanych elektrowniach jądrowych nie wynika zresztą tylko z długiego okresu ich eksploatacji, ale także z wielu innych czynników, dotyczących zwłaszcza szacunku wielkości nakładów inwestycyjnych i czasu budowy tego rodzaju elektrowni, jak i, a może przede wszystkim, kosztów ich zamykania oraz kosztów składowania radioaktywnych odpadów³. Wreszcie trzeba także uwzględnić fakt, że rozwój energetyki jądrowej był i jest nadal w niektórych krajach wspierany różnymi formami pomocy publicznej, które

² *Not in my background.*

³ Rozbieżność w prezentowanych ostatnio w różnych opracowaniach danych dotyczących przyszłych kosztów energii elektrycznej wytwarzania 1 kWh w nowych elektrowniach jądrowych zamykała się w szokująco dużym przedziale od 8,4 centów do 30 centów (podane za: *The Economics....* [2009, s. 1]).

nie zawsze były ujawniane, lub też uwzględniane w analizach konkurencyjności kosztowej poszczególnych rodzajów energetyki⁴.

Niezależnie od wspomnianych tu słabości tego podejścia do rachunku opłacalności energetyki jądrowej – ze znaczenia których nie zawsze zdają sobie sprawę uczestnicy krajowej dyskusji wokół ekonomicznej zasadności jej rozwoju w Polsce, w tym zwłaszcza jej zwolennicy – na plan pierwszy wysuwa się znacznie bardziej istotna wątpliwość, a mianowicie, czy tego rodzaju podejście do analizy opłacalności nadal ma odgrywać zasadniczą rolę jako ekonomiczny argument za, czy przeciw energetyce jądrowej. Wątpliwości te trzeba widzieć przede wszystkim w szerszym kontekście przemian systemowych, które w ostatnich trzech dekadach dokonały się w sektorze elektroenergetycznym. Chodzi tutaj o proces odchodzenia od tradycyjnego modelu funkcjonowania tych sektorów, który izolował te sektory od wpływu sił rynkowych, do modelu, w którym mechanizmy rynkowe, zwłaszcza w obszarze wytwarzania energii elektrycznej, zaczynają odgrywać coraz większą rolę.

Proces ten ma ogromne implikacje dla rachunku efektywności inwestycji w nowe źródła wytwarzania, bowiem powoduje przeniesienie punkt ciężkości w rachunku inwestorów z pytania, jaki będzie przyszły koszt wytwarzania energii elektrycznej w tych źródłach, na pytania: a) o rozmiar nakładów niezbędnych do wybudowania nowej elektrowni jądrowej, b) czy i po jakim koszcie uda się sfinansować jej budowę, oraz – co ważniejsze – jaki jest stopień pewności, że poniesione nakłady uda się odzyskać wraz z należną stopą zwrotu i c) czy inwestycja ta okaże się korzystna dla gospodarstw domowych i gospodarki. W tym kontekście należy widzieć cel opracowania. Chodzi mianowicie o wskazanie, dlaczego w rynkowych realiach funkcjonowania podsektorów wytwarzania energii elektrycznej w sposób zasadniczy rośnie znaczenie problemu ryzyka inwestycyjnego, które choć zawsze było najwyższe w przypadku energetyki jądrowej, ze względu na wielki rozmiar nakładów na budowę elektrowni, to nie zawsze stanowiło ono istotną determinantę w decyzjach dotyczących jej rozwoju.

W związku z tak sformułowanym celem nasuwa się następująca teza, na uzasadnieniu której skupiła się uwaga Autora: wysokie i stale rosnące ryzyko inwestycji w wielkoskalową energetykę jądrową podważa ekonomiczny sens budowy nowych elektrowni w krajach, które weszły na drogę rynkowej transformacji sektorów elektroenergetycznych. Dotyczy to zwłaszcza tych krajów, które tak jak Polska, zamierzają dopiero wejść na drogę rozwoju tego rodzaju energetyki. Intencją Autora jest wsparcie argumentacji tych krajowych ekspertów, którzy z tej właśnie perspektywy analitycznej krytykują decyzję o rozwoju energetyki jądrowej.

⁴ Przykładem takiego kraju jest Francja, gdzie dopiero niedawno, dzięki wprowadzeniu bardziej transparentnych procedur w zakresie wydatków publicznych, ujawnione zostały ukryte dotąd, a ponoszone w przeszłości, wydatki wspierające rozwój energetyki jądrowej w tym kraju (por. N. Bocard [2014, s. 454]).

Mechanizmy inwestowania w okresie poprzedzającym liberalizację

Aby zrozumieć istotę problemu ryzyka w przypadku rozwoju energetyki jądrowej i wynikającą stąd ograniczoną dzisiaj użyteczność argumentacji odwołującej się do szacunku jednostkowego kosztu energii elektrycznej, która nadal przywoływana jest w dyskusjach na temat opłacalności tego rodzaju energetyki, warto najpierw zwrócić uwagę na specyfikę ekonomiki jej wytwarzania w elektrowniach atomowych. W okresie poprzedzającym liberalizację sektorów elektroenergetycznych, specyfika ta stanowiła bowiem główny argument przesądający o przewadze energetyki jądrowej nad innymi rodzajami energetyki. Na specyfikę tę składa się zdecydowanie odmienna zwłaszcza w stosunku do energetyki gazowej – która stanowi dzisiaj główną w obrębie tzw. energetyki konwencjonalnej alternatywę dla energetyki jądrowej – struktura kosztów wytwarzania energii elektrycznej liczonych metodą *levelized costs*. W przeciwieństwie do energetyki gazowej, strukturę kosztów w energetyce jądrowej charakteryzuje bowiem zdecydowana dominacja – od 60% do nawet 75% – kosztów ponoszonych w okresie budowy tego rodzaju elektrowni przy jednoczesnym znikomym udziale kosztów paliwa (14%, z czego aż $\frac{3}{4}$ stanowi koszt wzbogacania paliwa).

W pierwszym okresie bardzo dynamicznego rozwoju energetyki jądrowej (przypadającym na dekadę lat 60. i połowę 70. XX wieku), tego rodzaju strukturze kosztów energetyki jądrowej przypisywano trzy ważne walory⁵. Po pierwsze, na podstawie niebudzących wówczas wątpliwości założeń – o: a) długim okresie eksploatacji elektrowni jądrowych, b) systematycznie i szybko malejących, wraz z postępem technologicznym i organizacyjnym, nakładach na budowę elektrowni jądrowych oraz c) wysokim współczynnikiem wykorzystania mocy⁶ – przyjmowano, że jednostkowe koszty i ceny energii elektrycznej będą nie tylko niższe w stosunku do kosztów i cen energii wytwarzanej w elektrowniach wykorzystujących inne, stosowane wówczas technologie wytwarzania energii elektrycznej, ale co więcej, że będą się one stale obniżać⁷. Po drugie, niski udział kosztów paliwa miał znaczenie z punktu widzenia innej, i niemniej ważnej, przesłanki rozwoju energetyki jądrowej, jaką było zwiększenie stanu bezpieczeństwa energetycznego. Źródłem obaw o stan tego bezpieczeństwa była wówczas perspektywa rosnącego uzależnienia się od

⁵ Szerzej o historii rozwoju zwłaszcza amerykańskiej energetyki jądrowej np. w: D. Yergin [2011, rozdz. 18].

⁶ Współczynnik ten wyraża relację ilości energii elektrycznej wytworzonej w danym źródle energii elektrycznej w przyjętym okresie do potencjalnej ilości, jaką w tym okresie można otrzymać z tego źródła.

⁷ Niewątpliwie siłą napędową pierwszego okresu energetyki jądrowej była bardzo nośna i medialnie nagłośniona wypowiedź szefa Amerykańskiej Komisji Energetyki Jądrowej z 1955 roku, w której padło stwierdzenie, że w ciągu najbliższych 15 lat koszty wytwarzania energii elektrycznej w tego rodzaju elektrowniach obniżą się tak bardzo, że nie będzie się opłacało mierzyć stopnia jej zużycia (*too cheap to meter*). Por. A. Verbruggen [2008].

dostaw paliw dla energetyki z krajów niestabilnych politycznie⁸. Dodatkową więc z tego punktu widzenia zaletą energetyki jądrowej było to, że wielkość i lokalizacja światowych zasobów rudy uranu nie budziła tego rodzaju obaw⁹. Po trzecie wreszcie, rozwój energetyki jądrowej wychodził naprzeciw narastającym już wówczas obawom o negatywny dla środowiska naturalnego wpływ zanieczyszczeń (w formie pyłów i różnego rodzaju szkodliwych gazów) powodowanych przez dominującą w tym okresie energetykę węglową.

Tak rozumianą przewagę energetyki jądrowej nie można jednak rozpatrywać w oderwaniu od ówczesnych, systemowych uwarunkowań działania sektorów elektroenergetycznych, które wyrażały się istnieniem różnych modeli nierynkowego sposobu regulacji działających w tych sektorach przedsiębiorstw. Wspólną cechą tych modeli było uwolnienie ich od ryzyka prowadzenia działalności w zakresie wytwarzania, przesyłania, dystrybucji i obrotu energią elektryczną, w tym także, przynajmniej od znaczącej części, ryzyka w obszarze inwestycji w infrastrukturę wytwórczą i sieciową. W zależności od stosowanego modelu, ryzyko to przenoszone było na odbiorców lub podatników. W pierwszym przypadku chodziło o te modele regulacji, które stosowane były w odniesieniu do tych sektorów, w których działały prywatne przedsiębiorstwa. Stosowane w ich ramach mechanizmy regulacji cen miały zapewnić właścicielom niezbędny poziom opłacalności prowadzonej przez nich działalności wytwórczej i sieciowej oraz skłaniać je do podejmowania inwestycji modernizacyjno-rozwojowych.

Spśród różnych modeli tego rodzaju regulacji niewątpliwie najbardziej znany jest model regulacji stopy zwrotu, który wykształcił się oraz był szeroko stosowany w USA i w Kanadzie. Model ten często zwany także kontraktem regulacyjnym (*regulatory compact*) określał prawa i obowiązki obu stron tego kontraktu, tzn. regulatora oraz przedsiębiorstw regulowanych¹⁰. Kontrakt ten dawał regulatorowi prawo do: a) określania wymagań w zakresie niezawodności i parametrów jakościowych w odniesieniu do prowadzonej działalności, która podlegała regulacji, b) wyrażania zgody na niezbędne, dla spełnienia tych wymagań, inwestycje oraz c) kontroli cen. Z drugiej strony kontrakt ten narzucał na regulatora obowiązek sprawowania kontroli cen w taki sposób, aby uzyskiwane dzięki nim przychody zapewniały przedsiębiorstwom pokrycie uzasadnionych kosztów prowadzenia działalności zgodnie z narzuconymi przez regulatora wymogami, w tym także kosztu kapitału kalkulowanego na podstawie sformułowanej przez Amerykański Sąd Najwyższy zasady *fair rate on fair capital*.

Zasada ta wymagała od regulatora określenia właściwej stopy zwrotu (*fair rate*) od właściwe policzonego kapitału (*fair capital*), co oznaczało, że poziom

⁸ W szczególnie silny sposób ten walor energetyki jądrowej eksponowany był we Francji (por. np. N. Bocard [2014, s. 451]) oraz w Japonii (por. np. J.P. Pereira i inni [2014, s. 105]).

⁹ Chodziło o to, że znacząca wielkość tych zasobów zlokalizowana jest w krajach, które nie rodzą obaw, że będą traktować te zasoby jako instrument realizacji celów politycznych.

¹⁰ Szerzej ten model regulacji został zaprezentowany w: A.T. Szablewski [2003, rozdz. 5].

tej stopy powinien zapewniać pozyskiwanie środków na sfinansowanie niezbędnych – czyli gwarantujących utrzymanie w przyszłości ciągłości dostaw energii elektrycznej – inwestycji. W ramach tego obowiązku mieścić się również stały monitoring zmian kosztów związanych z prowadzeniem działalności regulowanej, tak aby w przypadku gdy zmiany te mają charakter niezależny od przedsiębiorstwa, korygować odpowiednio (w górę lub w dół) wysokość cen i w ten sposób utrzymywać stopę zwrotu na wymaganym poziomie. Z kolei przedsiębiorstwa regulowane w zamian za ograniczenia na rzecz regulatora swojej samodzielności ekonomicznej – w wymienionych wyżej wymiarach – zyskały na mocy tego kontraktu prawo wyłączności działania w zakresie prowadzonej działalności podlegającej regulacji (czyli zagwarantowaną przez regulatora ochronę przed konkurencją ze strony innych podmiotów, które mogłyby prowadzić tę działalność) i prawo zaskarżania do sądu decyzji regulatora, zwłaszcza w kwestiach dotyczących praktyki stosowania zasady *fair rate on fair capital*.

Na sprzyjający inwestycjom klimat w okresie poprzedzającym liberalizację składały się jeszcze dwa ważne elementy, a mianowicie powszechność stosowania kontraktów długoterminowych oraz dominacja pionowej struktury przedsiębiorstw energetycznych. Kontrakty długoterminowe na sprzedaż energii elektrycznej zawierały nie tylko klauzule cenowe, ale także nakładały na odbiorców obowiązek odbioru określonej wielkości wytworzonej energii elektrycznej, co dodatkowo – poza regulacją cen – stabilizowało w długim okresie strumień przychodów z tytułu prowadzenia działalności wytwórczej. Kontrakty te obejmowały bowiem okres nawet do 30 lat. Stabilizacji strumienia przyszłych przychodów sprzyjała także pionowa struktura przedsiębiorstw, czyli łączenie w ramach jednego podmiotu działalności wytwórczej i sieciowej. Trzeba bowiem pamiętać, że przychody z tej drugiej działalności odznaczają się jeszcze większym – bo w dużym stopniu niezależnym od stosowanego modelu regulacji cen – stopniem przewidywalności. Ponadto tego rodzaju struktura przedsiębiorstw nie tylko zwiększała ich zdolność do akumulowania środków na finansowanie inwestycji, ale także bardzo silnie podnosiła ich zdolność kredytową.

Warto wreszcie pamiętać, że konsekwencją stosowania tego modelu regulacji cen w odniesieniu do prywatnych przedsiębiorstw (zapewnienie zwrotu na inwestycjach) jest niebezpieczeństwo wykształcenia się w przedsiębiorstwach tendencji do przeinwestowania. Problem ten – znany pod nazwą efekt A-J¹¹ – budził szczególne zainteresowanie w amerykańskich dyskusjach na temat teoretycznych i praktycznych aspektów regulacji stopy zwrotu¹². Dotyczyło to zwłaszcza krytyków tego modelu regulacji stopy zwrotu, którzy podkreślali,

¹¹ Określenie to odnosi się do nazwisk autorów – Averch i Johnson – artykułu, w którym po raz pierwszy zidentyfikowano i poddano analizie problem nadmiernej skłonności do inwestycji amerykańskich przedsiębiorstw objętych regulacją stopy zwrotu.

¹² Szerzej o tej koncepcji wraz z listą ważniejszych publikacji można znaleźć na przykład w: J.C. Bonbright i inni [1988, s. 257–358]. Patrz także: J. Vickers, G. Yarrow [1988, s. 82–85].

że jest to słabość o charakterze strukturalnym. Wynika ona bowiem z jednej strony z nieprzezwycięzalnych ograniczeń informacyjnych regulatora (szeroko znana kwestia asymetrii informacji) oraz obaw regulatora, że zbyt restrykcyjne podejście do kwestii kosztów przedsiębiorstwa może go narażać na zaskarżenie do sądu jego decyzji w sprawie wysokości cen na podstawie argumentu, że ceny nie są zgodne z zasadą *fair rate on fair capital*.

O ile modele regulacji cen stosowane w odniesieniu do przedsiębiorstw prywatnych w okresie przed liberalizacją sektorów elektroenergetycznych przenośli – dzięki stabilizacji przychodów na poziomie zapewniającym inwestorom zwrot nakładów – zasadniczą część ryzyka inwestycyjnego na odbiorców¹³, o tyle w przypadku sektorów, w których działały publiczne przedsiębiorstwa ważną część tego ryzyka ponosili także podatnicy. W krajach, w których dominowała tego forma własności przedsiębiorstw energetycznych władze publiczne często bowiem wspierały środkami budżetowymi budowę nowej infrastruktury. Dokonywało się to zarówno w drodze bezpośredniego współfinansowania inwestycji, jak i udzielania gwarancji kredytowych dla przedsiębiorstw publicznych podejmujących budowę nowych źródeł wytwarzania. Rodziło to wśród kierownictw przedsiębiorstw naturalną skłonność do przeszacowywania tempa wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną po to, aby wskazując na argument zapewnienia ciągłości dostaw – uzyskać zgodę i środki na nieuzasadnione zwiększanie potencjału produkcyjnego¹⁴.

¹³ Warto tu zwrócić uwagę na pewien element ryzyka inwestycyjnego ponoszonego przez przedsiębiorstwa w ramach mechanizmu regulacji stopy zwrotu. Wynikał on z faktu, że nakłady na realizację inwestycji w nową infrastrukturę stawały się elementem cenotwórczym dopiero po zakończeniu inwestycji. Zgodnie bowiem z procedurą regulacyjną określaną jako *used-and-useful test* – o której szerzej dalej (w *Dalsze potęgowanie się ryzyka*) – regulator miał obowiązek analizy wielkości tych nakładów z punktu widzenia ich ekonomicznej zasadności. Na kwestię tego ryzyka zwracał uwagę Pindyck – podaje za L. Holt i inni [2010] – który w związku z tym wyróżniał dwa rodzaje niepewności, a mianowicie techniczne (*technical uncertainty*) i kosztowe (*input cost uncertainty*). Problem tego ryzyka w odniesieniu do rozwoju amerykańskiej energetyki jądrowej nie odgrywał jednak istotnej roli aż do końca lat 70. XX wieku. Dopiero gwałtownie rosnące – w dużym stopniu jako efekt szeroko nagłośnionej w mediach awarii elektrowni jądrowej (*Three Mile Island*) w 1979 roku, która spowodowała radykalne podniesienie wymagań w zakresie bezpieczeństwa – koszty budowy nowych elektrowni oraz coraz wyraźniej zaznaczająca od początku lat 70. zmiana trendu w zakresie kosztów wytwarzania i cen energii elektrycznej – od niskowego do wzrostowego – spowodowała zaostrzone podejście regulatorów do oceny zasadności poniesionych nakładów i zdarzające się coraz częściej przypadki kwestionowania deklarowanej przez przedsiębiorstwa wielkości ponoszonych przez nie nakładów na budowę nowych źródeł wytwarzania, w tym zwłaszcza elektrowni jądrowych, o czym pisze np. W.L. Davis [2011, s. 4].

¹⁴ Kwestia nieefektywności decyzji inwestycyjnych podejmowanych w przedsiębiorstwach publicznych była w latach 60. i 70. XX wieku przedmiotem ożywionej dyskusji, zwłaszcza w Wielkiej Brytanii. W jej toku formułowane były postulaty poprawy mechanizmów decyzyjnych, których podstawą były założenia ekonomii dobrobytu, w tym przede wszystkim koncepcja cen opartych na kosztach krańcowych (por. np. *Public enterprise...* [1968] lub M.G. Webb [1976]) oraz koncepcja *cost benefit analysis* (por. P.H. Henderson [1968]). Tego rodzaju podejście skażone było – jak podkreśla S.C. Littlechild [2008, s. 45] – błędnym założeniem, że przedsiębiorstwa publiczne

Inwestycyjne implikacje liberalizacji sektora

Liberalizacja elektroenergetyki – która najszybciej i w największym stopniu (otwarcie dostępu do rynku i deregulacja cen) objęła podsektor wytwarzania energii elektrycznej – w sposób zasadniczy zmieniła uwarunkowania w zakresie podejmowania decyzji inwestycyjnych. Warto tu przypomnieć, że – obok poprawy efektywności operacyjnej (dotyczącej bieżących kosztów prowadzenia działalności objętych wcześniej regulacją) – poprawa efektywności inwestycji (likwidacja efektu A-J) była również ważną przesłanką rynkowej transformacji mechanizmów funkcjonowania elektroenergetyki. Wejście sektorów elektroenergetycznych w proces transformacji rynkowej z przewymiarowanym potencjałem wytwórczym i sieciowym sprawiło jednak, że początkowo na dalszy plan zesza odpowiedź na pytanie, w jakim stopniu uruchomienie konkurencyjnych rynków wytwarzania energii elektrycznej wpłynie na poprawę efektywności w obszarze inwestycji.

Świadczy o tym zauważalny w pierwszej fazie liberalizacji brak większego zainteresowania faktem praktycznie całkowitego zahamowania kapitałochłonnych inwestycji w nowy potencjał wytwórczy – przy jednoczesnym szybkim wzroście nisko kapitałochłonnych inwestycji w budowę elektrowni gazowych, który w sposób szczególnie intensywny zaznaczył się w Wielkiej Brytanii¹⁵. Później natomiast reakcją, zwłaszcza zwolenników liberalizacji, na wyrażane coraz częściej zaniepokojenie brakiem inwestycji w nowe, wysoce kapitałochłonne źródła wytwarzania było twierdzenie, że jest to właściwy i oczekiwany efekt działania rozwijających się konkurencyjnych rynków energii elektrycznej w sytuacji istnienia nadmiernego – czyli nieuzasadnionego wymogami zapewnienia ciągłości dostaw w okresie szczytowego zapotrzebowania – poziomu rezerw w potencjale wytwórczym. Dopiero od początku pierwszej dekady XXI wieku zaczęła rozwijać się poważna dyskusja, w jakim stopniu brak tego rodzaju inwestycji może mieć charakter strukturalny, wynikający ze specyfiki konkurencyjnego rynku energii elektrycznej¹⁶.

Nie wchodząc w szczegóły tej dyskusji, warto tu zwrócić uwagę na to, że wdrażana w ostatniej dekadzie XX wieku liberalizacja w istocie oznacza zdemontowanie wszystkich elementów, które wcześniej gwarantowały stabilizację przychodów – na takim poziomie i w na tyle długim okresie¹⁷ – aby umożliwić inwestorom zwrot całej kwoty nakładów na budowę elektrowni jądrowej i tym samym uwolnić ich od ryzyka towarzyszącego tego typu

z definicji kierują się zasadami efektywności ekonomicznej, a zatem trzeba im tylko stworzyć przesłanki umożliwiające podejmowanie optymalnych ekonomicznie decyzji.

¹⁵ Dynamiczny proces budowy od zera tego sektora określany jest w literaturze brytyjskiej terminem *dash for gas*.

¹⁶ Przebieg tej dyskusji i prezentowane w jej ramach stanowiska są przedmiotem szczegółowej analizy w pracy A.T. Szablewskiego [2012, rozdz. 2].

¹⁷ W przypadku energetyki jądrowej czas zwrotu wynosi do 40 lat.

inwestycjom. W myśl wyjściowej koncepcji¹⁸, liberalizacja oznaczała bowiem nie tylko uruchomienie procesu tworzenia konkurencyjnych rynków energii elektrycznej i postępującą w związku z tym deregulację cen, która zresztą najszybciej przebiegała w podsektorze wytwarzania energii elektrycznej, ale także odchodzenie od długoterminowych kontraktów oraz demonopolizację sektora¹⁹. Wszystkie te elementy postrzegane były jako skuteczne bariery hamujące, czy też uniemożliwiające rozwój konkurencji w obszarze wytwarzania i obrotu energią elektryczną. Z rozwojem rynków konkurencyjnych w obszarze wytwarzania wiązana była natomiast nadzieja na przełamanie skłonności przedsiębiorstw do nadmiernego zwiększania potencjału wytwórczego, o której była mowa wcześniej.

Promotorzy liberalizacji zakładali przecież, że kształtowane przez konkurencyjne rynki ceny energii elektrycznej generować będą zarówno krótkookresowe bodźce do obniżki kosztów operacyjnych, jak i dostatecznie silne bodźce inwestycyjne zapewniające zachowania w przyszłości ciągłości jej dostaw. Podstawą działania rynkowego mechanizmu proinwestycyjnych bodźców było więc przekonanie, że wraz z pojawianiem się perspektywy spadku rozmiaru rezerw w potencjale wytwórczym do poziomu zagrażającego zaspokojeniu przyszłego popytu na energię elektryczną uruchomiony zostanie wzrost jej cen w stopniu zapewniającym opłacalność inwestycji w odpowiednią rozbudowę tego potencjału²⁰. Wyrazem narastania wątpliwości w prawdziwość przekonania, że krótkookresowe bodźce cenowe będą skłaniać inwestorów do inwestycji charakteryzujących się długim okresem zwrotu było sformułowanie problemu tzw. *missing money* lub *revenue deficiency*. Istota tego problemu odnosi się do stwierdzonego w przypadku konkurencyjnych, amerykańskich rynków energii elektrycznej zjawiska luki w przychodach wytwórców, spowodowanej zbyt niskimi cenami na tych rynkach. Istnienie tej luki podważa więc ekonomiczny, z punktu widzenia inwestorów, sens podejmowania inwestycji w nowe źródła wytwarzania²¹.

Nie wchodząc bliżej w ten szeroko dyskutowany w zachodniej literaturze przedmiotu problem niedostatku bodźców inwestycyjnych na konkurencyjnych

¹⁸ Warto tu wskazać na szeroko omawiany w zagranicznej literaturze przedmiotu problem, w jakim stopniu ta wyjściowa koncepcja była adekwatna do uwarunkowań działania sektorów elektroenergetycznych. W krajowej literaturze problem ten był szeroko analizowany w książce A.T. Szablewskiego [2012].

¹⁹ Przez demonopolizację rozumiano przede wszystkim odchodzenie – często wymuszone przez regulatorów – od pionowej struktury zasiedziały przedsiębiorstw, której istnienie – jak pokazały doświadczenia liberalizacji w wielu krajach – dawało takim przedsiębiorstwom możliwość blokowania nowym podmiotom dostępu do rynku wytwarzania energii elektrycznej. Szerzej o tym np. w: A.T. Szablewski [2008].

²⁰ Teoretyczne uzasadnienie dla takiego działania tego mechanizmu można znaleźć np. w: M.C. Caramanis [1982]. W krajowej literaturze uzasadnienie to zaprezentowane zostało w: A.T. Szablewski [2012, s. 88–90].

²¹ Szerzej o tym problemie w: A.T. Szablewski [2012, s. 90–91]. Negatywne implikacje tego problemu – i szerzej liberalizacji sektora – dla inwestycji w budowę nowych elektrowni jądrowych, na przykładzie rynków amerykańskich przedstawiają E. Kee i E. Zoli [2014].

rynkach energii elektrycznej, warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden, szczególnie ważny dla tematu tego artykułu, aspekt tego problemu. Chodzi tu o kluczowe – w warunkach działania konkurencyjnych rynków w obszarze wytwarzania energii elektrycznej, które wymuszają przecież priorytet dla rachunku ekonomicznego – pytanie o rzeczywistą konkurencyjność kosztową energetyki jądrowej w stosunku do innych technologii wytwarzania. Kwestię tę podniesiono w obszernym studium poświęconym przyszłości tej energetyki (*Future of Nuclear...* [2003]), opracowanym w związku z narastającym na początku pierwszej dekady XXI wieku przekonaniu o jej renesansie²², po trwającym od końca lat 70. ub. wieku zastoj. Wśród głównych konkluzji tego studium stwierdzono, że „W warunkach zderegulowanych rynków, energetyka jądrowa nie jest kosztowa konkurencyjna w stosunku do energetyki węglowej i gazowej”. W związku z tym wyrażono przekonanie, że zmniejszenie stopnia jej niekonkurencyjności będzie możliwe dzięki spodziewanemu znacznemu obniżeniu wielkości nakładów i skróceniu czasu budowy nowych elektrowni oraz redukcji kosztów eksploatacji, zaś zdobycie przewagi konkurencyjnej zapewni wprowadzenia do energetyki mechanizmów internalizujących koszty emisji gazów cieplarnianych²³ (por. *The Future...* [2003, s. ix]).

W tej sytuacji, aby ułatwić i przyspieszyć renesans amerykańskiej energetyki jądrowej władze dodatkowo zainicjowały liczne działania o charakterze prawnym i regulacyjnym. Pierwsze z nich podjęte zostały jeszcze za czasów za czasów prezydentury Busha, dla którego rozwój energetyki jądrowej był ważny głównie ze względu na spodziewane w niedługim czasie zwiększenie zależności USA od importu ropy gazu i związane z tym obawy o pogorszenie stanu bezpieczeństwa energetycznego. W przyjętej w 2005 roku nowej polityce energetycznej znalazły się więc zapisy promujących budowę nowych elektrowni jądrowych. Kolejna faza działań, które miały stymulować rozwój energetyki jądrowej w tym kraju, przypadła na drugą kadencję prezydenta Obamy, który rozwój tej energetyki traktował jako główny sposób na ograniczenie wysokiej emisyjności energetyki amerykańskiej (por. Felder [2013]). W sumie w ciągu pierwszej dekady XXI wieku amerykańscy inwestorzy uzyskali bardzo dużo zachęt do budowy nowych elektrowni jądrowych²⁴. Miały one różną formę, a mianowicie przywilejów podatkowych, gwarancji kredytowych, ubezpieczeń od różnych dodatkowych kosztów ponoszonych w czasie

²² Szerzej o przesłankach tego renesansu także np. w: L.E. Echavari [2005], W. Space [2006] oraz A.T. Szablewski [2009].

²³ W literaturze trwa dyskusja na temat wyboru między dwoma głównymi typami tych mechanizmów a mianowicie handlu prawami emisji oraz podatku węglowego (*carbon tax*). Analiza właściwości obu tych mechanizmów przedstawiona została w: A.T. Szablewski [2010].

²⁴ Warto tu od razu dodać, że stosowana przez władze amerykańskie praktyka subsydiowania w różny sposób budowy amerykańskich elektrowni nie jest nowa. W okresie od 1943 do 1999 roku z ogólnej sumy subsydiów dla energetyki w wysokości 151 mld USD, aż 96,3% przekazanych zostało energetyce jądrowej – por. *Nuclear Costs...* [2010, s. 7].

budowy, eksploatacji, w tym także wynikających z awarii, czy też zamykania elektrowni po wygaśnięciu koncesji²⁵.

Mimo początkowego zainteresowania inwestorów – o czym świadczyło ogłoszenie planów budowy 30 nowych reaktorów – ta rozbudowana pomoc publiczna nie przyczyniła się jednak do renesansu amerykańskiej energetyki jądrowej. Pomijając już fakt, że nadal kontynuowana jest praktyka zamykania pracujących dotąd reaktorów – 4 w 2013 roku i 1 w 2014 roku – to w ostatnim czasie – jak podaje M. Holt [2013, s. 5] – liczba nadal aktualnych projektów uległa istotnemu zmniejszeniu – do 18 reaktorów, zaś w budowie są jedynie 4 nowe elektrownie. Co jest szczególnie istotne z punktu widzenia pytania o implikacje liberalizacji dla perspektyw rozwoju energetyki jądrowej to fakt, że z 4 budowanych reaktorów, 2 powstają w stanach, gdzie nadal obowiązuje tradycyjny system regulacji cen, zaś 2 pozostałe budowane są przez potężną korporację zajmującą się między innymi wytwarzaniem energii elektrycznej – Tennessee Valley Authority – która jest własnością rządu federalnego i nie działa na zasadach komercyjnych²⁶. Renesansu nie widać również w Europie, gdzie obecnie budowane są tylko 2 elektrownie – w Finlandii i Francji. Każdy z tych projektów realizowany jest w ramach specjalnych modeli finansowania, których wybór wskazuje, że wyjściowy model liberalizacji nie przystaje do warunków, jakie muszą być spełnione, aby komercyjnie zorientowani inwestorzy gotowi byli sfinansować budowę nowej elektrowni²⁷.

Wskazuje się na inne jeszcze grupy czynników, które w sytuacji poddania przedsiębiorstw wytwórczych reżimowi rynków konkurencyjnych dodatkowo pogorszały w ostatnich latach konkurencyjność energetyki jądrowej, powodując powstrzymanie zapowiadanego renesansu tej energetyki nie tylko w USA, ale także i w Europie. Pierwsza z nich dotyczy nie spełnienia się – wyrażonych w cytowanym wyżej studium MIT – zapowiedzi o poprawie ekonomiki przyszłych elektrowni. Jak wskazano w uaktualnionym studium MIT (zob. *Update of the MIT...* [2009, s. 6]), poczynając od 2003 roku zamiast poprawy w tym zakresie zanotowano dramatycznie – jak to zostało określone – wysoki wzrost nakładów na budowę nowych elektrowni jądrowych, przy jednoczesnym spadku tych kosztów w przypadku elektrowni węglowych i gazowych. Na podstawie rzeczywistych kosztów budowy elektrowni jądrowych w Japonii oraz Korei Południowej a także planowanych kosztów ich budowy w USA oszacowano, że koszty te rosły w tempie aż 15% rocznie²⁸. Ponadto odnotowano wyraźne

²⁵ Pełną listę zachęt oferowanych przez rząd federalny i rządy stanowe zawiera: L. Holt i inni [2010, s. 31–32].

²⁶ W wielu amerykańskich publikacjach zwraca się uwagę, że zbieżność ta nie jest przypadkowa, ale ma charakter systemowy (por. np. F. Felder [2013, s. 27]).

²⁷ Szerzej o tych projektach w: A.T. Szablewski [2009].

²⁸ W literaturze jest wiele szacunków pokazujących systematyczny, szybki wzrost tych kosztów. Na przykład W.L. Davis [2011, s. 6] pokazuje ten wzrost w całym okresie rozwoju amerykańskiej energetyki jądrowej. Z kolei N. Bocard [2014, s. 452] podaje te wyliczenia dla energetyki francuskiej. Patrz także w: *The Dream that...* [2012, s. 13].

wydłużanie w stosunku do przyjętego harmonogramu czasu budowy, co dodatkowo podnosiło koszty finansowania tych projektów.

Na systematyczne pogarszanie konkurencyjności energetyki jądrowej w stosunku do energetyki gazowej, a zwłaszcza węglowej, wpływa również z jednej strony brak efektywnych rozwiązań w zakresie internalizacji kosztów wynikających z emisji gazów cieplarnianych²⁹, których wprowadzenie – co warto tu podkreślić – miało stanowić główną przesłankę spodziewanego w ostatnich latach renesansu energetyki jądrowej³⁰, z drugiej zaś internalizacja kosztów zamykania elektrowni jądrowych, której nie stosuje się w przypadku węglowych i gazowych źródeł wytwarzania. W stosunku natomiast do źródeł odnawialnych, konkurencyjność energetyki jądrowej pogarsza z kolei często bardzo szczodre subsydiowanie poszczególnych rodzajów tej energetyki. Dotyczy to zwłaszcza unijnej energetyki jądrowej, która ze względu na istniejące ograniczenia w zakresie stosowania pomocy publicznej nie może z tego tytułu liczyć na poprawę jej konkurencyjności, w takim stopniu w jakim jest to możliwe w USA.

Druga grupa czynników powodująca obniżenie konkurencyjności energetyki jądrowej wiąże się z konsekwencjami rozwoju tych rodzajów energetyki odnawialnej, które ze względu na swój charakter (energia z wiatru i słoneczna) nie zapewniają ciągłości dostaw energii elektrycznej³¹. Jej rozwój powoduje bowiem poważną, wysoce niekorzystną dla energetyki jądrowej, zmianę w funkcjonowaniu całego podsektora wytwarzania energii elektrycznej, która prowadzi do zakłóceń w działaniu rynku wyrażających się pojawianiem bardzo niskich, czy wręcz negatywnych cen energii elektrycznej. Do tego typu sytuacji dochodzi w słoneczne i wietrzne dni, kiedy na rynek trafia bardzo dużo taniej (bo subsydiowanej) energii elektrycznej z obu rodzajów źródeł odnawialnych, co nie tylko powoduje spadek rynkowych cen energii elektrycznej, ale co więcej, prowadzi do konieczności wyłączenia konwencjonalnych źródeł wytwarzania. Wysokie dla tego rodzaju źródeł wytwarzania, w tym najwyższe dla elektrowni jądrowych, koszty takich wyłączeń skłaniają wytwórców do składania ofert sprzedaży energii elektrycznej zawierających cenę negatywną, czyli dopłatę za fakt odbioru od nich energii elektrycznej, po to, aby uniknąć konieczności zatrzymania cyklu wytwarzania.

²⁹ W Stanach Zjednoczonych Kongres zablokował zgłoszone przez Obamę w pierwszej kadencji inicjatywy ustawodawcze w zakresie ochrony klimatu, w tym także koncepcję rynku praw do emisji (szerzej o tym w: N.A. Wodka i S.L. Zelermyer [2010]), zaś wysokość tego rodzaju opłat na unijnym rynku kształtuje się już od dawna na poziomie poniżej 10 EUR, a więc wielokrotnie poniżej kwoty, która mogłaby przyciągnąć inwestycje do energetyki jądrowej.

³⁰ Warto w związku z tym odnotować opinie, w których dezawuuje się merytoryczną wartość przesłanek tego renesansu – podawanych w źródłach cytowanych w przypisie 22. W opiniach tych wskazuje się natomiast na kluczową rolę producentów (dostawców) reaktorów i środowisk akademickich. Środowiska te operując zaniżonymi szacunkami kosztów i pozyskując wsparcie polityczne, zdołały wykreować, to co zaczęto nazywać renesansem energetyki jądrowej (por. *The Economics...* [2009, s. 2]).

³¹ Kwestia ta została szerzej naświetlona przez E. Kee i E. Zoli [2014].

Problem ten ze szczególną siłą ujawnia się w krajach, gdzie istnieje priorytet dla odbioru energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, co powoduje nie tylko wzrost cen negatywnych, ale także konieczność wyłączenia na wielką skalę elektrowni konwencjonalnych³². W tym kontekście trzeba widzieć przewagę energetyki węglowej a zwłaszcza gazowej. Chodzi o to, że w sytuacji z jeden strony przerywalności dostaw energii elektrycznej z obu ww. typów źródeł energetyki odnawialnej, z drugiej zaś braku – jak dotąd³³ – efektywnych sposobów jej magazynowania, dla zapewnienia ciągłości dostaw konieczne jest więc dalsze utrzymywanie dużego potencjału energetyki konwencjonalnej. Z tego punktu widzenia kluczowym czynnikiem jest stopień elastyczności działania poszczególnych rodzajów źródeł, który jest najwyższy w przypadku źródeł gazowych, a w dalszej kolejności węglowych³⁴.

W odniesieniu do USA nie sposób nie wspomnieć o jeszcze jednym aspekcie przewagi konkurencyjnej energetyki gazowej. Chodzi tutaj o skutki rewolucji łupkowej, która przyniosła gwałtowne obniżenie cen gazu i związany z tym szybki wzrost tego segmentu wytwarzania energii elektrycznej. W okresie 2011–2012 wzrost produkcji energii elektrycznej w tym segmencie wzrósł aż o 23%, przy jednoczesnym jej spadku w segmencie energetyki węglowej i jądrowej (por. R. Smith [2013]). Uważa się w związku z tym, że rewolucja łupkowa jest najważniejszym czynnikiem, który zastopował renesans amerykańskiej energetyki jądrowej, bowiem obniżka cen gazu na rynku krajowym sprawiła, że przewaga energetyki gazowej nad jądrową jest dwukrotnie większa niż w Europie (por. *The Dream...* [2012]).

Dalsze potęgowanie się ryzyka

Zarysowany wyżej obraz obecnych uwarunkowań działania energetyki w ogóle i energetyki jądrowej w krajach, które weszły na drogę liberalizacji sektorów energetycznych wskazuje na rozmiar ryzyka ponoszonego przez inwestorów w związku z budową nowych elektrowni jądrowych. W tym kontekście zrozumiałe są powody, które doprowadziły do załamania, odradzającej

³² Dobrym przykładem są tutaj Niemcy, gdzie w okresach sprzyjających wytwarzaniu energii wiatrowej i słonecznej wskaźnik wykorzystania mocy energetyki konwencjonalnej spadał do poziomu 10%, zaś wielkość ceny negatywnej sięgała nawet 100EUR, powodując gigantyczne straty przedsiębiorstw sektora. Wyraziły się one obniżeniem się o ponad połowę kapitalizacji 20 największych przedsiębiorstw w okresie od 2008 do 2013 roku, co uznano za rodzaj egzystencjonalnego zagrożenia (*existential threat*) dla tego sektora. Por. *How to Loose...* [2013].

³³ Podkreślenie to jest ważne w związku z prowadzonymi już od dawna intensywnymi i wielokierunkowymi badaniami nad doskonaleniem rozwiązań w zakresie magazynowania energii elektrycznej. Osiągany w tym zakresie postęp w sposób zasadniczy będzie poprawiać ekonomikę energetyki wiatrowej i słonecznej.

³⁴ To w dużej mierze tłumaczy fakt, że węgiel będzie nadal stanowił ważne paliwo dla energetyki. Szczególnie drastyczny pod tym względem jest przykład Niemiec, które mimo realizowanej w ostatnich latach intensywnej rozbudowy niemisylnej energetyki odnawialnej jednocześnie w szybkim tempie budują nowe elektrownie węglowe (por. *The Fuel of the Future...* [2014, s. 53]).

się jeszcze niedawno, wiary w renesans energetyki jądrowej³⁵, w tym przede wszystkim tam, gdzie decyzje o jej budowie będą weryfikowane przez konkurencyjne rynki. Co więcej, skala ryzyka towarzysząca takim projektom jest tak duża, że może stanowić problem nawet w przypadku tych krajów, w których nadal zachowane zostały mechanizmy regulacji respektujące prawo inwestorów do odzyskania nakładów wraz z kosztem kapitału.

Wskazuje na to przypadek amerykańskiego stanu Georgia, gdzie tamtejszy regulator, aby zachęcić działające na tym terenie przedsiębiorstwo do realizacji planów budowy dwóch nowych reaktorów, gotów był złamać jedną z kluczowych zasad amerykańskiej regulacji. Chodzi tu o wspomnianą już w przypisie 13 zasadę, która wyklucza możliwość przenoszenia na odbiorców kosztów związanych z budową nowego źródła wytwarzania, aż do momentu kiedy budowa jest zakończona i regulator w ramach procedury *used-and-useful test*, weryfikuje zasadność decyzji przedsiębiorstwa o budowie oraz wielkości poniesionych nakładów i na tej podstawie wydaje zgodę na uruchomienie produkcji. Przestrzeganie tej procedury sprawia – zdaniem przedstawiciela przedsiębiorstwa z innego stanu, które zawiesiło rozpoczęcie budowy nowego bloku jądrowego – że finansowanie tego rodzaju przedsięwzięcia jest „w obecnym ekonomicznym otoczeniu niemożliwe” (por. *Nuclear Costs...* [2010, s. 7]). W związku z tym uważa się (por. *Nuclear Power Coming...* [2010, s. 2]), że rezygnacja regulatora z jej stosowania stworzy precedens, który będzie wykorzystany przez innych regulatorów stanowych, co będzie oznaczać poszerzanie i tak już obszernej listy instrumentów wsparcia dla rozbudowy energetyki jądrowej w USA.

Powstaje w związku z tym pytanie, czy biorąc pod uwagę długi cykl życia elektrowni jądrowych sięgający – w przypadku elektrowni, których budowa miałyby się rozpocząć w najbliższych latach – XXII wieku, będzie słabnąć wpływ czynników, które dzisiaj hamują powrót do dynamicznego rozwoju tej energetyki. Wiele wskazuje na to, że w dającej się przewidzieć przyszłości będziemy mieli raczej do czynienia z potęgowaniem się różnego rodzaju ryzyka związanego z inwestowaniem w energetykę jądrową. Ich istnienie będzie zwiększać zagrożenie w postaci pojawienia się *stranded costs*, które w zależności od przyjętych mechanizmów finansowania będą obciążać albo rachunek inwestorów (przedsiębiorstw) albo też odbiorców lub podatników.

Przypomnijmy tylko, że termin *stranded costs* (w krajowej nomenklaturze stosuje się termin koszty osierocone) pojawił się po raz pierwszy w literaturze poświęconej skutkom liberalizacji sektora elektroenergetycznego. Odnoszony był do sytuacji, kiedy w wyniku deregulacji rynków i spadku cen energii elektrycznej inwestorzy nie byli w stanie odzyskać wszystkich nakładów poniesionych na budowę elektrowni mimo tego, że ich budowa była wcześniej

³⁵ Świadczą o tym tytuły niektórych publikacji (por. np. *The Dream that Failed* [2013] czy *Nuclear Renaissance? ...* [2011]), czy też odnoszące się do tego cytaty jak np. „Bardzo forsowany renesans energetyki jądrowej jest oparty na fikcji a nie faktach” (cyt. za *The Economics of Nuclear...* [2009, s. 5]).

zaakceptowana przez regulatora, który w związku z tym zobowiązał się do regulacji cen w sposób zapewniający zwrot tych nakładów. Ich pojawienie wywołało w literaturze i praktyce regulacyjnej ożywioną kontrowersję, czy, w jakim zakresie i w jaki sposób powinno się uwalniać przedsiębiorstwa od ciężaru tych kosztów³⁶. Obecnie termin ten odnoszony jest również do sytuacji, kiedy zwrot poniesionych nakładów nie jest możliwy ze względu na dokonujący się postęp technologiczny. Postęp ten powoduje bowiem pojawienie się nowych technologii wytwarzania energii elektrycznej, które umożliwiają na tyle znaczącą obniżkę kosztów produkcji, że ceny rynkowe nie mogą skompensować wytwórcom poniesionych w przeszłości nakładów. Wreszcie termin ten może być stosowany w odniesieniu do kosztów, które powstają w rezultacie zmiany polityki energetycznej. Dobrym przykładem są tutaj, podejmowane w ostatnich latach przez niektóre kraje decyzje o zamknięciu elektrowni jądrowych. Decyzje te są wynikiem presji opinii publicznej, wywołanej przypadkami poważnych awarii w elektrowniach jądrowych.

Sformułowane wyżej przypuszczenie dotyczące spodziewanego wzrostu ryzyka inwestycji w energetykę jądrową opiera się na kilku argumentach. Po pierwsze, trzeba podkreślić, że w trwającym ponad wiek rozwoju sektora elektroenergetycznego postęp technologiczny polegał przede wszystkim na doskonaleniu wyjściowych technologii w zakresie wytwarzania i dostarczanie energii elektrycznej do końcowych odbiorców. W ostatnich latach jesteśmy natomiast świadkami rozpoczynającej się transformacji technologicznej sektora. Wiele wskazuje na to, że transformacja ta będzie obejmować wszystkie ogniwa procesu produkcyjno-usługowego i powodować zasadnicze przeobrażenia architektury całego systemu wytwarzania i dostarczania energii elektrycznej. Będą one z kolei wpływać na ekonomikę tego systemu w sposób, który zmieni relacje jeśli chodzi o poziom konkurencyjności poszczególnych technologii energetycznych, w tym zwłaszcza technologii wytwarzania energii elektrycznej³⁷. Wyraźnie już dokonujący się postęp w zakresie odnawialnych technologii wytwarzania energii elektrycznej idący w parze z postępowaniem w zakresie technik magazynowania energii elektrycznej oraz technologii sieciowych w sposób skokowy może poprawiać efektywność kosztową i stabilność dostaw tego rodzaju źródeł wytwarzania oraz w konsekwencji zmniejszać margines dla istnienia konwencjonalnych technologii wytwarzania a także zwiększać wymagania, jeśli chodzi o elastyczny tryb pracy tradycyjnych źródeł wytwarzania.

³⁶ Szerzej o tej dyskusji i stosowanych w praktyce rozwiązaniach np. w: A.T. Szablewski, Wesolowski [2003].

³⁷ Analiza kierunków zmian technologicznych, w tym zwłaszcza w kontekście dążenia do redukcji emisji, stopnia zaawansowania poszczególnych technologii oraz implikacje zmian technologicznych dla struktury i ekonomicznych mechanizmów funkcjonowania sektora jest już od paru lat przedmiotem narastającej uwagi i coraz liczniejszych publikacji. Por. np. *Delivering a Low-Carbon....* [2008].

Po drugie, ważnym elementem transformacji technologicznej mogą być również zmiany w samym obszarze podsektora energetyki jądrowej. Rysują się tutaj dwa istotne kierunki zmian technologicznych. Pierwszy z nich dotyczy szybko rozwijających się technologii jądrowych wytwarzania energii elektrycznej w małych źródłach do 300 MW, w tym także lokowanych na morzu (por. *Nuclear Power: All at...* [2014, s. 71]). Tego typu reaktory oferują nie tylko zwiększenie stopnia bezpieczeństwa pracy reaktorów jądrowych, ale wreszcie realną szansę na obniżenie kosztów oraz skrócenie czasu budowy tego rodzaju źródeł wytwarzania i w rezultacie poprawę ich ekonomiki wytwarzania w stosunku do obecnych wielkoskalowych technologii jądrowych³⁸. Drugi kierunek to prace nad nowymi technologiami jądrowymi. Zwraca się tu uwagę na zaawansowane prace nad koncepcją reaktorów torowych, które oferują wyższy stopień bezpieczeństwa pracy oraz zapewniają lepszy dostęp do paliwa (zasoby toru są od 3 do razy wyższe niż uranu stosowanego we współczesnych reaktorach – szerzej o ich zaletach w: *Thorium Reactors: Asgard's...* [2014]). Podkreśla się także fakt, że prace nad bardzo obiecującym w kategoriach efektywności energetycznej projektem fuzji jądrowej wychodzą już z fazy projektowej do fazy budowy pierwszego reaktora (por. *Fusion Power...* [2014, s. 75]).

Po trzecie, w obszarze ważnych dla energetyki, w tym zwłaszcza jądrowej, zmian technologicznych są również zmiany, które w sposób zasadniczy zintensyfikować mogą rozwój energetyki gazowej, która postrzegana jest dzisiaj jako najbardziej groźna konkurencja dla energetyki jądrowej. Chodzi tu o dwa kierunki rozwoju i doskonalenia technologii, które przełamać mogą blokowany dotąd obawami o bezpieczeństwo dostaw gazu rozwój tej energetyki. Pierwszy z nich dotyczy znanej już od dawna technologii skraplania gazu (LNG). Dokonujący się tu szybki postęp pozwala nie tylko na obniżenie kosztów budowy i pracy instalacji skraplania gazu, ale także zmniejszania ich rozmiaru oraz umieszczania ich na pływających dokach. Upowszechnianie się tej technologii już umożliwi rozpoczęcie eksploatacji mniejszych i położonych w odległych miejscach złóż gazu. Będzie to z kolei przyczyniać się do zwiększania mobilnej, bo niezależnej od infrastruktury sieciowej, podaży gazu na rynku światowym i tym samym eliminować zagrożenia związane z uzależnieniem się od jednego dostawcy. Świadczy o tym przykład Litwy, która po zakupie pływającej instalacji skraplania gazu otrzymała od Gazpromu ofertę obniżki cen gazu o 20%³⁹. Drugi kierunek to oczywiście doskonalenie technologii eksploatacji złóż gazu niekonwencjonalnego, w tym przede

³⁸ Poglądy takie reprezentuje np. Leveque, który jest jednym z najwybitniejszych ekonomistów francuskich zajmujących się problematyką sektora energetycznego (podane za: *Can Nuclear's Longstanding...* [2013, s. 2–3]). Szerzej o walorach tego typu reaktorów piszą M.A. Sullivan i inni [2014, s. 12 i dalsze] uważając w związku z tym, że są one *potential game changers*, czyli mogą zmienić kierunek rozwoju energetyki jądrowej.

³⁹ Szerzej o pozytywnych skutkach szybko rozwijającego się w ostatnich latach rynku gazu skroplonego np. w: *Liquefied Natural Gas: Bubbling up...* [2014, s. 54].

wszystkim gazu łupkowego. Wspomniany wcześniej przypadek wypierania amerykańskiej energetyki jądrowej przez gazową z jednej strony, z drugiej zaś potwierdzające się już w wielu przypadkach szacunki o istnieniu wielkich zasobów gazu łupkowego w różnych rejonach świata świadczy o ogromnym potencjale zmian, jakie dla perspektyw rozwoju energetyki jądrowej może przynieść rozwój jego wydobycia. Jak jednak pokazują doświadczenia chińskie, wykorzystanie tego potencjału będzie warunkowane dalszym postępowaniem w technologii wydobycia gazu łupkowego w związku z bardzo zróżnicowaną pod względem geologicznym specyfiką skał łupkowych⁴⁰.

Po czwarte, chociaż gaz jest znacznie lepszą opcją – jeśli chodzi o możliwość współpracy z energetyką wiatrową i słoneczną alternatywą energetyki jądrowej oraz stopień emisyjności – niż węgiel, to jednak nie można skreślać węgla jako nadal ważnego składnika energetycznego *mixu*. Dotyczy to zwłaszcza krajów, które albo posiadają własne zasoby węgla, albo też mają łatwy i tani dostęp do importowanego węgla. Kwestię tę trzeba rozpatrywać nie tylko w kontekście stopnia realizacji postulatów polityki klimatycznej, ale i postępu technologicznego. W przypadku utrzymania się dotychczasowego twardego kursu w tym zakresie, przyszłość węgla zdeterminowana jest postępowaniem w zakresie technologii czystego węgla. Wiele jednak wskazuje, że w Unii Europejskiej zaczyna się dostrzegać dylemat między rygorystyczną implementacją polityki klimatycznej a problemem konkurencyjności krajów⁴¹. Może to oznaczać łagodzenie restrykcyjnego dotąd stosunku UE do energetyki węglowej.

Po piąte, czynnikiem, który może w poważny sposób wpływać na poziom konkurencyjności kosztowej energetyki jądrowej są: a) koszty składowania zużytego paliwa, które długo jeszcze będzie groźne dla środowiska i ludzi, b) koszty likwidacji elektrowni jądrowych oraz c) koszty wywołane awariami tych elektrowni. Choć czynnik kosztowy związany ze składowaniem zużytego paliwa jest uwzględniany w większości analiz, to ciągle niewielka jest wiedza o ich rzeczywistym poziomie. Trzeba w związku z tym wskazać, że nadal nie ma na świecie ani jednego docelowego składowiska odpadów, zaś podejmowane już od lat – jak dotąd z niepowodzeniem – próby określenia jego lokalizacji w USA wskazują na skalę trudności w rozwiązaniu tego problemu⁴². Jeśli chodzi o koszty likwidacji zamykanych elektrowni, to w najbliższych latach znaczenie tego czynnika będzie narastać nie tylko w związku z osiągnięciem przez wiele

⁴⁰ Specyfika ta sprawiła, że znacząco spowolniony został proces wzrostu wydobycia z największych na świecie zasobów gazu łupkowego w Chinach. Nie sprawdziła się tam bowiem stosowana w USA technologia wydobycia (patrz szerzej *Natural Gas in China: Shale...* [2014, s. 52]).

⁴¹ Szczególnie istotna jest tu zaprezentowana przez ministra gospodarki ewolucja stanowiska niemieckiego. Dokonuje się ona pod wpływem gwałtownie rosnących kosztów realizacji trwającej tam od paru lat transformacji sektora (tzw. *Energiewende*) zmierzającej do zmiany struktury sektora na korzyść energetyki wiatrowej. Por. S. Gabriel [2014, s. B8].

⁴² Na wagę tego problemu wskazuje wielokrotnie wypowiediany – jak podkreśla się – pogląd jednego z członków zarządu największego amerykańskiego operatora elektrowni atomowych, że brak docelowego składowiska stanowi kluczową przeszkodę w podejmowaniu decyzji o budowie nowych elektrowni jądrowych (por. *Nuclear Power Coming...* [2010, s. 2–3]).

elektrowni jądrowych okresu technicznego życia, ale także z podjętymi przez niektóre kraje decyzjami o rezygnacji z energetyki jądrowej, o czym poniżej. Nie można także lekceważyć destrukcyjnego dla poziomu konkurencyjności energetyki jądrowej czynnika kosztów ponoszonych w związku z awariami w tych elektrowniach. Chodzi tutaj o dwie kategorie kosztów. Pierwsza dotyczy kosztów, jakie powstają w tych elektrowniach, które uległy awarii. Ich źródłem są wielorakie działania, jakie trzeba podjąć w celu likwidacji negatywnych skutków awarii. Jak podają P.L. Joskow i J.E. Parsons [2012, s. 13], w przypadku awarii, która wydarzyła się w 1978 roku w amerykańskiej elektrowni Three Mile Island, koszty te wyniosły 1 mld USD. W przypadku katastrofy w Fukushima z 2011 roku, koszty te ciągle nie są jeszcze znane, ale już wiadomo, że będą one wielokrotnie wyższe. Druga kategoria kosztów wynika z konieczności sprostania nowym, coraz bardziej wyśrubowanym wymaganiom w zakresie bezpieczeństwa pracy elektrowni jądrowych, które nakładane są po kolejnych awariach.

Po szóste wreszcie, nie można również lekceważyć oczywistego faktu, że status energetyki jądrowej jest szczególnie wrażliwy na zmiany polityki państwa dokonujące się najczęściej pod wpływem poważnych awarii, które zagrażają, bądź też powodują skażenie ludzi i terenu, tak jak stało się to ostatnio w wyniku katastrofy w Fukushima. Chodzi tu zwłaszcza o zmiany, które skutkują decyzją o rezygnacji z energetyki jądrowej jeszcze przed upływem zakładanego w koncesji okresu ich eksploatacji. Pod wpływem katastrofy w Fukushima decyzje takie podjęte zostały przez trzy kraje europejskie, a mianowicie Niemcy⁴³, Belgię⁴⁴ i Szwajcarię. Szczególnie instruktynwny, jeśli chodzi o zmienność opinii publicznej, jest znowu przykład Japonii, gdzie do czasu katastrofy w Fukushima poziom akceptacji społeczeństwa dla energetyki jądrowej był bardzo wysoki, zaś polityczne poparcie dla jej rozwoju nie było nigdy kwestionowane i co więcej, w rządowych planach zakładano dalszy, dynamiczny wzrost udziału tej energetyki w krajowej produkcji energii elektrycznej z 31 do 53% w 2030 roku (por. S.D. Fam i inni [2014, s. 199]). Szok wywołany tą katastrofą nie tylko spowodował wyłączenie wszystkich 48 reaktorów i podjęcie przez rząd decyzji o całkowitej rezygnacji z tej formy zaopatrzenia kraju w energię elektryczną (por. *Start'em...* [2014, s. 45]), ale także o odwróceniu się stosunku opinii publicznej do energetyki jądrowej. Jak podają S.D. Fam i inni [2014, s. 200], w 2007 roku tylko 7% społeczeństwa było jej przeciwnych, zaś w 2012 roku aż 70% badanych było za rezygnacją z energetyki jądrowej, bądź jej ograniczeniem. Niewątpliwie ten zwrot w podejściu opinii publicznej już utrudnia rządowi zarówno realizację podjętej w 2014 roku decyzji o ponownym uruchomianiu większości reaktorów, jak

⁴³ Szerzej o tej decyzji w Ch. Rahti [2011].

⁴⁴ Przyjęta ustawa zakłada zamknięcie belgijskich elektrowni w latach 2015–2025. Decyzja ta jest tym bardziej zaskakująca jeśli uwzględnić, że po Francji kraj ten ma największy, bo sięgający 56%, udział energetyki jądrowej (por. P.L. Kunsch i J. Fresewinkel [2014]).

i realizację planów budowy nowych reaktorów, w związku także ze starzeniem się japońskiego potencjału energetyki jądrowej (por. *Power...* [2013]).

Konsekwencje nowego podejścia do rachunku efektywności inwestycji

Historia dotychczasowego rozwoju energetyki jądrowej to historia zawiedzionych nadziei, że tego rodzaju technologia nie tylko rozwiąże problemy związane z bezpieczeństwem dostaw energii elektrycznej, ale także zapewni jej dostawy po kosztach niższych w stosunku do innych, znanych i stosowanych technologii energetycznych. Co więcej, z perspektywy prawie 6 dekad jej rozwoju widać jednak wyraźnie, że jest to rodzaj energetyki, który cechuje wysoki, ponadstandardowy i w ostatnim czasie wyraźnie narastający stopień ryzyka ekonomicznego. Chociaż stosunkowo szybko stało się jasne, że nie tylko nie jest możliwe spełnienie zapowiedzi o dostarczaniu przez nią na tyle taniej energii elektrycznej, aby opłacało się mierzyć jej zużycie, to jeszcze długo, mimo lawinowo rosnących kosztów – związanych zwłaszcza z budową kolejnych elektrowni – i coraz bardziej pogarszającej się ekonomiki energetyki jądrowej, wynikający stąd wzrost ryzyka ekonomicznego nie stanowił dla inwestorów istotnej przesłanki decyzyjnej, o czym świadczyło wysokie tempo rozwoju tej energetyki do końca pierwszej połowy lat 70. XX wieku.

Jak wspomniano wyżej niewątpliwy wpływ na tolerowanie przez inwestorów faktu rosnącego ryzyka budowy elektrowni jądrowych miały uwarunkowania systemowe, w jakich działały wówczas sektory energetyczne. Pozwalały one bowiem na uwolnienie inwestorów przynajmniej od znaczącej części ryzyka związanego z odzyskaniem nakładów inwestycyjnych. Sprzyjało to więc pomniejszaniu przez inwestorów znaczenia zwiększającej się skali nakładów na budowę elektrowni jądrowych w prowadzonym przez nich rachunku ekonomicznej opłacalności tego rodzaju inwestycji i pozwalało na koncentrację ich uwagi na tych elementach kosztów, które w przyszłości, po spłaceniu kosztów budowy, miały dawać przewagę energetyce jądrowej nad energetyką węglową i gazową, czyli kosztach operacyjnych i kosztach paliwa.

Wejście na drogę liberalizacji sektora i wynikająca stąd utrata pewności co do zwrotu wyłożonych na budowę nowych elektrowni w sposób naturalny zwróciły uwagę inwestorów zainteresowanych budową wysoce kapitałochłonnych źródeł wytwarzania na wszystkie rodzaje ryzyka, które zagrażać mogą ekonomicznej opłacalności inwestycji. Co więcej, wyczulenie na ryzyko zwiększa się tu wraz ze wzrostem tzw. *overnight costs*⁴⁵, a to z kolei w jeszcze większym stopniu przyczynia się do wzrostu kosztu kapitału, i szerzej kosztów finansowania tego rodzaju inwestycji, na których wielkość w istotny sposób wpływa także długość okresu budowy.

⁴⁵ Jest to suma nakładów poniesiona w okresie budowy elektrowni, bez kosztów pozyskania finansowania i przy założeniu, że nakłady te ponoszone są jednocześnie (w ciągu jednej nocy).

W sposób szczególnie silny zależność ta ujawnia się w przypadku energetyki jądrowej. Jak wspomniano, od początku notowano tu szybko rosnące koszty i wydłużający się czas budowy elektrowni jądrowych, które co więcej w sposób notoryczny bardzo znacząco przekraczały w przeszłości i nadal przekraczają założenia, na podstawie których prowadzony był rachunek efektywności tych inwestycji. Zagrożenia dla rentowności tego rodzaju projektów wynikają nie tylko z rosnących *overnight costs*, ale także z bardzo szybko rosnących kosztów ich finansowania. O skali tego problemu świadczy hipoteczny przykład – podany za W.L. Davisem [2011, s. 7] – który pokazuje jak szybko może rosnąć udział kosztów finansowania w całkowitych kosztach budowy. Koszty finansowania są bowiem funkcją kosztu kapitału i czasu budowy. Przyjmując, że koszt kapitału wynosi 5%, to koszty finansowania w zależności od czasu budowy stanowią odpowiednio 2%, w przypadku gdy okres budowy wynosi tylko 1 rok, 12% gdy jest to 5 lat, a 22% gdy 10 lat. Jeśli natomiast przyjąć koszt kapitału na poziomie 10% to wielkość kosztu finansowania wynosi odpowiednio 4%, 22% i 40%, zaś w przypadku, gdy kosztu kapitału rośnie do 15%, udział kosztów finansowania stanowi odpowiednio 6%, 30% i 54%.

Rujnący rentowność elektrowni jądrowych wpływ szybko rosnących całkowitych kosztów ich budowy⁴⁶ stał się w USA jednym z najważniejszych czynników, który w drugiej połowie lat 70. XX wieku – a więc jeszcze przed rozpoczęciem liberalizacji sektora – spowodował przejście od dynamicznego rozwoju tej energetyki do całkowitego zastoju. Spowodowany liberalizacją wzrost wrażliwości przedsiębiorstw na różne formy ryzyka rynkowego oraz regulacyjno-politycznego, a obecnie także na zwiększający rozmiar ryzyka w związku z technologiczną transformacją sektora, musi w warunkach nadal szybko rosnących kosztów i czasu budowy powodować dalszy wzrost kosztów pozyskiwania kapitału. W tych warunkach coraz bardziej ułomne staje się podejście, w ramach którego podstawą do wykazywania przewagi energetyki jądrowej nad innymi rodzajami wytwarzania energii elektrycznej jest metoda *levelized cost of energy*. Przyjmowany w tej metodzie jako pewnik zwrot nakładów na budowę elektrowni, których wysokość ma charakter czynionych *ex ante* szacunków oraz nie uwzględnianie w dostatecznym stopniu coraz bardziej zróżnicowanych rodzajów ryzyka rynkowego i technologicznego nie pozwala w sposób przekonujący wykazać przewagi kosztowej energetyki jądrowej, przynajmniej w jej dotychczasowej formie jako energetyki wielkoskalowej⁴⁷.

⁴⁶ Świadczy o tym podana przez W.L. Davisa [2011, s. 6] informacja, że ze 155 reaktorów, na których budowę prywatni inwestorzy uzyskali zgodę w dekadzie lat 70. XX wieku, tylko 25% z nich zostało ukończonych, a średni czas budowy wyniósł 14 lat. Z kolei według innego źródła (*The Economics of Nuclear...* [2009, s. 2]), z 200 reaktorów zadeklarowanych do budowy w latach 60. i 70. aż połowa z nich została zarzucona narażając inwestorów na straty dziesiątek miliardów dolarów. Nic zatem dziwnego, że – jak przypomina jeden z największych krytyków polskiego programu energetyki jądrowej Mielczarski [*Polska energetyka...*, 2012] – amerykański program energetyki jądrowej uznany został w 1986 roku przez Forbesa za jedną z największych katastrof w historii biznesu.

⁴⁷ Szerzej o słabościach tej metody piszą P. Linares i A. Conchado [2009].

Wielomiliardowe i stale rosnące koszty budowy tego rodzaju obiektów⁴⁸ powstrzymują więc komercyjnie zorientowanych inwestorów od podejmowania tego rodzaju inwestycji. Nic zatem dziwnego, że nowe elektrownie jądrowe budowane są obecnie głównie w krajach rozwijających się⁴⁹, zaś liczba krajów, które planują ich budowę szybko rośnie. W tych bowiem krajach, obok często przywoływanego argumentu, że decyduje o tym wysokie, prognozowane tempo szybkiego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną, najważniejszym czynnikiem wyjaśniającym ten dynamiczny wzrost jest brak ograniczeń pojawiających się tam, gdzie działalność przedsiębiorstw energetycznych podlega regulacji rynkowej, i co więcej tego rodzaju inwestycje mogą liczyć na sówite wsparcie państwa. Dodatkowym czynnikiem sprzyjającymi rozwojowi energetyki jądrowej w tych krajach jest słabość opinii publicznej. Uważa się jednak (por. np. P.L. Joskow i J.E. Parsons [2012, s. 24]), że plany te w dużym stopniu wynikają z niedoszacowania zarówno kosztów budowy tych elektrowni, jak i skali wyzwań, które rodzić może brak doświadczeń związanych zarówno z ich budową, jak i eksploatacją.

Z kolei w przypadku krajów rozwiniętych, które już posiadają energetykę jądrową i nie zamierzają jej likwidować, zauważa się wyraźną zmianę strategii jej rozwoju. Cztery elementy tej strategii zasługują na uwagę. Po pierwsze, następuje przesunięcie punktu ciężkości tej strategii. Zamiast budowy nowych elektrowni, uwaga skoncentrowana jest na istniejącym już aparacie wytwórczym tej energetyki, co będzie oznaczać jej modernizację zorientowaną na poprawę ekonomiki i zwiększenie mocy starych reaktorów, albo ich wymianę na nowe oraz stosowanie praktyki przedłużania dopuszczalnego okresu ich eksploatacji. Po drugie, na plan dalszy zesza natomiast rozbudowa potencjału tej energetyki, o czym świadczy redukcja planów budowy nowych elektrowni. Po trzecie, tam gdzie dochodzi do budowy nowych elektrowni, przyjmowane są rozwiązania regulacyjne, które pozwalają na przeniesienie wynikającego stąd ryzyka na odbiorców. Modelowym rozwiązaniem jest tu instytucja tzw. kontraktów różnicowych. To znane z pierwszego okresu liberalizacji brytyjskiego sektora elektroenergetycznego rozwiązanie umożliwi bowiem stabilizację cen energii elektrycznej wytwarzanej w nowych elektrowniach w okresie niezbędnym do zwrotu nakładów inwestycyjnych. Rozwiązanie to przyjęte obecnie w Wielkiej Brytanii oraz przewiduje się, że będzie ono zastosowane również i w Polsce w odniesieniu do energii elektrycznej, która będzie wytwarzana w planowych dwóch elektrowniach. Po czwarte wreszcie,

⁴⁸ Wiele mówiące są tu informacje na temat kosztów i czasu budowy oraz skali ich przekroczeń w stosunku do wyjściowych założeń w przypadku dwóch budowanych obecnie bloków jądrowych w Europie. I tak w przypadku bloku o mocy 1650 MW budowanego od 2007 roku we Francji, koszty budowy wzrosły z planowanych 3 mld EUR do 8 mld EUR, zaś czas budowy wydłużył się o 4 lata – zamiast 2012 roku budowa ma się zakończyć w roku 2016 (por. D. Ciepela [2014]).

⁴⁹ Obecnie w budowie są 63 reaktory, z czego najwięcej w Chinach (26), Rosji i w krajach dawnego ZSSR (16), Indiach (6) i w Korei Południowej (5) (por. P.L. Joskow i J.E. Parsons [2012, s. 11]), przy czym kraje te planują dalszy dynamiczny rozwój tej energetyki.

trzeba podkreślić, że obecnie szybko rośnie zainteresowanie technologiami wytwarzania energii jądrowej w reaktorach o mocy do 200MV, w których upatruje się przyszłości tego rodzaju energetyki. Zainteresowanie to wyraża się rosnącymi nakładami na prace badawczo-rozwojowe oraz pojawianiem się coraz większej oferty tego rodzaju reaktorów (por. np. M.A. Sullivan i inni [2014] oraz *The Dream...* [2012]).

Podsumowanie

Analiza dotychczasowych uwarunkowań rozwoju energetyki jądrowej skłania do sformułowania bardziej ogólnego wniosku. Chodzi mianowicie o to, że energetyka ta wykazuje się bardzo dużą wrażliwością na zmiany tych uwarunkowań, które – jak pokazuje historia rozwoju energetyki – są wysoce niestabilne. Dynamicznemu rozwojowi energetyki jądrowej, który zapoczątkowany został pod koniec lat 50. i trwał do połowy lat 70. XX wieku sprzyjały bowiem trzy czynniki – ekonomiczny, polityczny i systemowy. Ten pierwszy sprowadzał się do przekonania o jej przewadze w zakresie ekonomiki wytwarzania energii elektrycznej w stosunku zwłaszcza do energetyki węglowej. Czynniki polityczny związany był z poczuciem rosnącego zagrożenia stanem bezpieczeństwa dostaw, rosnącą rolą wymogów w zakresie ochrony środowiska i wreszcie przyzwoleniem opinii publicznej. Z kolei czynniki systemowy sprzyjał rozwojowi energetyki jądrowej dzięki temu, że umożliwiał uwolnienie inwestorów od ryzyka inwestowania w jej rozwój. Zmiana charakteru tych czynników: a) pogarszająca się ekonomika, także na skutek spadku cen gazu i węgla, b) zmniejszanie się obaw o stan bezpieczeństwa dostaw, c) rosnąca niechęć opinii publicznej (efekt awarii elektrowni Three Mile Island w USA w 1978 roku) i d) rozpoczynająca się liberalizacja mechanizmów funkcjonowania sektora, która uczuliła inwestorów i przedsiębiorstwa na problem ryzyka budowy infrastruktury wytwórczo-sieciowej, spowodowała wyraźne zwolnienie tempa rozwoju tego rodzaju energetyki, a w późniejszych latach wręcz całkowity zastój notowany w niektórych krajach.

Zapowiadany od początku pierwszej dekady XXI wieku renesans energetyki jądrowej uwarunkowany był powrotem obaw o bezpieczeństwo dostaw i związanym z tym przekonaniem o trwałym wzroście cen paliw energetycznych (gazu i węgla), który wraz z odrodzeniem się nadziei na zmniejszenie kosztów budowy nowych generacji elektrowni jądrowych powodował odrodzenie się nadziei na poprawę ich ekonomiki. Nadzieje te wzmacniał jeszcze jeden nowy czynnik, a mianowicie przekonanie, że realizacja celów polityki klimatycznej w zakresie zmniejszania emisji gazów cieplarnianych wprowadzi do rachunku ekonomicznego inwestorów element kosztów ponoszonych w związku z emisją tych gazów. Spodziewano się więc, że koszty te będą na tyle wysokie, aby skłaniać inwestorów do rozwoju bezemisyjnej energetyki jądrowej, zwłaszcza w kontekście ciągle bardzo kosztownych i odznaczających się poważnym mankamentem (brak ciągłości dostaw) najbardziej obiecujących

typów energetyki odnawialnej, czyli wiatrowej i słonecznej. Wreszcie czynnikiem sprzyjającym było słabnięcie oporu opinii publicznej wobec budowy nowych elektrowni jądrowych, spowodowane zacieraniem pamięci o awarii z 1978 roku oraz przekonaniem, że katastrofa w Czarnobylu była wynikiem niepojętych błędów, które nie mogą zdarzyć się w krajach zachodnich.

Załamaniem się nadziei na renesans energetyki jądrowej to efekt nie tylko kolejnej zmiany charakteru uwarunkowań, które jeszcze niedawno miały zapewnić ten renesans, ale także pojawienia się nowych czynników. Obok bowiem poprawy sytuacji w zakresie bezpieczeństwa dostaw i spadku cen paliw energetycznych, nieprzerwanego wzrostu kosztów budowy nowych typów elektrowni jądrowych i braku dostatecznej internalizacji kosztów emisji, które w sumie pogarszały konkurencyjność kosztową przyszłych elektrowni oraz ponownego wzrostu ryzyka politycznego wywołanego katastrofą w Fukushimie, coraz bardziej widoczne są nowe rodzaje ryzyka. Dotyczą one przede wszystkim możliwych skutków nabierającej właśnie rozpędu transformacji technologicznej szeroko rozumianego sektora energetycznego. Może ona bowiem w sposób zasadniczy zmieniać relacje kosztowe różnych technologii wytwarzania i dostarczania energii na niekorzyść energetyki jądrowej. Świadomość istnienia różnego rodzaju ryzyka będzie zwiększać koszty pozyskania kapitału, co jeszcze bardziej będzie pogarszać perspektywy na uzyskanie korzystnego dla odbiorców domowych i konkurencyjności gospodarki efektu inwestowania w energetykę jądrową.

W świetle tego krótkiego rysu historycznego wyraźnie widać, że – w sytuacji wysokiej wrażliwości energetyki jądrowej na zmiany uwarunkowań jej rozwoju – fakt wysokiej dotychczasowej niestabilności tych uwarunkowań, a także wysokie prawdopodobieństwo ich dalej narastającej niestabilności, gwałtownie podnosi ryzyko inwestycyjne. Jego poziom jest zbyt wysoki, aby skłaniał komercyjnie zorientowanych inwestorów do budowy nowych elektrowni jądrowych, często nawet w przypadku, gdy mogą oni liczyć na wsparcie finansowe ze strony czynnika publicznego (przykład USA). Stąd też podstawą nielicznych, realizowanych w krajach rozwiniętych projektów budowy nowych elektrowni jądrowych są odpowiednie rozwiązania regulacyjne, które w większym lub mniejszym stopniu uwalniają ich od ponoszenia tego ryzyka. W tym drugim przypadku kluczowym problem staje się jednak ryzyko polityczne i regulacyjne, za którym kryje się możliwość zmiany sprzyjających inwestycjom zasad regulacji. Rozmiar tego ryzyka jest z kolei funkcją stopnia dojrzałości i stabilności polityki energetycznej i regulacyjnej w danym kraju.

W kontekście poczynionych tu uwag nasuwają się poważne wątpliwości dotyczące zasadności decyzji o rozwoju w Polsce energetyki jądrowej. Warto skonstatować, że dyskusje na temat rozwoju tej energetyki rozpoczęły się w okresie, kiedy dominował optymizm, co do perspektyw jej rozwoju. W świetle doświadczeń innych krajów, które wskazują na permanentną iluzoryczność prowadzonych *ex ante* rachunków opłacalności tego rodzaju inwestycji i biorąc pod uwagę gigantyczną, bo liczoną w dziesiątkach miliardów złotych, skalę wydatków pojawia się najpierw pytanie, czy będzie nas stać

na zrealizowanie przyjętego programu budowy dwóch elektrowni jądrowych, podnoszone zresztą w kraju przez krytyków programu ich budowy⁵⁰. Trzeba bowiem pamiętać, że jednocześnie realizowane są już wielomiliardowe inwestycje w energetyce węglowej, działają kosztowne mechanizmy wsparcia dla energetyki odnawialnej, a także czekają nas niemniej potężne wydatki na program wydobycia gazu łupkowego.

Zdobywająca sobie uznanie w kręgach rządowych koncepcja kontraktów różnicowych, która przerzucając na odbiorców ryzyko związane z budową ułatwić ma pozyskanie kapitałów z rynku, rodzi jednak inne pytanie, a mianowicie, czy stopień postrzegania przez rynki finansowe stopnia dojrzałości i stabilności krajowej polityki energetycznej i regulacyjnej jest na tyle wysoki, aby zminimalizować wpływ wynikającego stąd ryzyka politycznego i regulacyjnego na wysokość kosztu udostępnienia przez nie niezbędnego kapitału. Pytanie to ma raczej charakter retoryczny, jeśli uwzględnić po pierwsze, istniejącą dotąd w naszym kraju praktykę, że każda nowa ekipa rządowa ma skłonność do przyjęcia własnej, często całkowicie odmiennej koncepcji polityki energetycznej i po drugie, liczbę poczynionych od 2007 roku nowelizacji ustawy prawo energetyczne i towarzyszących jej aktów prawnych, które przecież tworzą fundament polityki regulacyjnej. W tej sytuacji rodzi się najbardziej zasadnicza wątpliwość. Chodzi o to, czy ogromne nakłady na budowę nowych elektrowni przyniosą w długiej – bo obejmującej wiele dekad – perspektywie czasowej realną korzyść dla odbiorców domowych i gospodarki. Zaprezentowane tu argumenty uzasadniają głęboki sceptycyzm co do spełnienia się tego scenariusza. Można zatem sparafrazować – jak czyni się to w opracowaniu *The Economics...* [2009, s. 13] – znaną z początków rozwoju energetyki jądrowej formułę *too cheap to meter*, która symbolizowała ówczesną wiarę w perspektywy jej rozwoju w formułę *too expensive to build*.

Bibliografia

- Boccard N. [2014], *The Cost of Nuclear Electricity: France after Fukushima*, "Energy Policy", no. 66.
- Bonbright J.C., Danielsen A.L., Kamerschen D.R. [1988], *Principles of Public Utility Rates*, Public Utility Reports, Inc. Arlington, Virginia.
- Can Nuclear's Longstanding Cost Curse Be Reversed?* [2013], "The Electricity Journal", vol. 26, no. 3, April.
- Caramanis M.C. [1982], *Investment Decisions and Longterm Planning under Electricity Spot Pricing*, "IFEE Transactions Apparatus and Systems", vol. 101, no. 12.
- Ciepiela D. [2014], *Francuska elektrownia jądrowa za 8,5 mld euro prawie gotowa*, 6 czerwca, www.wnp.pl (24 08 2014).

⁵⁰ Tego rodzaju wątpliwości podnoszone były przez Mielczarskiego, Podgajniaka i Popczyka w trakcie dyskusji nt. *Polska energetyka – czy nam się to opłaca* zorganizowanej przez Ministerstwo Gospodarki (por. *Polska energetyka...* [2012]).

- Davis W.L. [2011], *Prospects for U.S. Nuclear Power After Fukushima*, Energy Institute At Haas, August, <http://e.haas.berkeley.edu> (16 08. 2014).
- Delivering a Low-Carbon Electricity System. Technologies, Economics and Policy* [2008], red. M. Grubb, T. Jamasb, M. Polilitt, Cambridge University Press, New York.
- Echavarri L.E. [2005], *Is Nuclear Energy at a Turning Point*, "The Electricity Journal", vol. 20, no. 9, November.
- Fam S.D., Xiong J., Xiong G., Yong D., Ng D. [2014], *Post-Fukushima Japan: The Continuing Nuclear Controversy*, "The Energy Policy", no. 68.
- Felder F. [2013], *Nuclear Power in the Second Obama Administration*, "The Electricity Journal", vol. 26, no. 2, March.
- Fusion Power: Iterative Processes* [2014], "The Economist", September 20th.
- Gabriel S. [2014], *Przemysł jest podporą gospodarek*, „Rzeczpospolita”, 31 lipca.
- Henderson P.H. [1968], *Investment Criteria for Public Investments*, w: *Public Enterprise*, red. R. Turvey, Penguin Books, England.
- Holt L., Sotkiewicz P., Berg S. [2010], *Nuclear Power Expansion: Thinking about Uncertainty*, "The Electricity Journal", vol. 23, no. 5, June.
- Holt M. [2013] *Nuclear Energy Policy*, Congressional Research Service, September 19, www.crs.gov (6 08 2014).
- How to Lose Half a Trillion Euros* [2013], "The Economist", October 12th.
- Joskow P.L., Parsons J.E. [2012], *The Future of Nuclear Power After Fukushima*, MIT Center For Energy and Environmental Policy Research, WP 2012–001, February.
- Kee E., Zoli E. [2014], *Rescuing I.S. Merchant Nuclear Power: Advancing National Security, Economic, Energy, and Environmental Imperatives*, "The Electricity Journal", vol. 27, no. 3, April.
- Kunsch P.L., Freisewinkel J. [2014], *Nuclear Energy Policy in Belgium after Fukushima*, "Energy Policy", no. 66.
- Linares P., Conchado A. [2009], *The Economics of New Nuclear Power Plants in Liberalized Electricity Markets*, August 17, draft version, www.eforenergy.org (11. 08 2014).
- Liquefied Natural Gas: Bubbling up* [2014], "The Economist", May 31th.
- Littlechild S.C. [2008], *Some applied Economics of Utility Regulation. A Paper in Honor of David Newbery*, "The Energy Journal". Special Issue.
- Nuclear Costs: Clouded, But Rising* [2010], "The Electricity Journal", no. 3, October.
- Natural Gas in China: Shale Game* [2014], "The Economist", August 30th.
- Nuclear Power: All at Sea* [2014], "The Economist", April 26th.
- Nuclear Power Coming Back – But Not Where Expected* [2010], "The Electricity Journal", vol. 23, no. 6, July.
- Nuclear Renaissance? Don't Hold Your Breath* [2011], "The Electricity Journal", no. 9.
- Pereira J.P., Parady G.T., Dominguez B. C [2014], *Japan's Energy Conundrum: Post-Fukushima Scenarios from a Life Cycle Perspective*, "Energy Policy", no. 67.
- Polska energetyka – co nam się oplaca?* [2012], Debata ekspercka I, Ministerstwo Gospodarki, nienumerowany zapis dyskusji, <http://poznajatom.pl> (data pobrania 29 września 2012 (29 07 2014)).

- Power struggle* [2013], "The Economist", September 21th.
- Public enterprise. Selected Readings* [1968], red. R. Turvey, Penguin Books, England.
- Rahti Ch. [2011], *A Pause in the Growth of Nuclear Energy*, "The Electricity Journal", vol. 24, no. 6, July.
- Smith R. [2013], *Can Gas Undo Nuclear Power?*, "Wall Street Journal", January 30.
- Space W. [2006], *Nuclear Power and Climate Change: Aspects of the Current Debate*, "The Electricity Journal", vol. 19, no. 6, May.
- Start'em up* [2014], "The Economist", March 8th.
- Sullivan M.A., Stenger D., Roma A., Tynan M. [2014], *The Future of Nuclear Power*, "The Electricity Journal", vol. 23, no. 4, July.
- Szablewski A.T. [2003], *Zarys teorii i praktyki reform regulacyjnych na przykładzie energetyki*, PAN, INE, DiG, Warszawa.
- Szablewski A.T. [2009], *Uwarunkowania rozwoju energetyki atomowej*, „Gospodarka Narodowa”, nr 11–12, SGH, Warszawa.
- Szablewski A.T. [2010], *Implikacje unijnej polityki klimatycznej ze szczególnym uwzględnieniem sektora elektroenergetycznego*, „Gospodarka Narodowa”, nr 7–8, SGH, Warszawa.
- Szablewski A.T. [2012], *Liberalizacja a bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej*, Key Text, Warszawa.
- Szablewski A. T, Wesolowski I [2003], *Liberalizacja rynku energii elektrycznej – pierwsze doświadczenia*, „Ekonomista”, nr 1. Szablewski A.T. [2008], *Strukturalny aspekt konkurencyjnej regulacji w elektroenergetyce. Zarys problemu*, „Problemy Zarządzania”, nr 1, Uniwersytet Warszawski, Wydział Zarządzania, Warszawa.
- The Dream that Failed* [2012], "The Economist", Special Report. Nuclear Energy, March 10th.
- The Economics of Nuclear Reactors: Renaissance or Relapse?* [2009], Nuclear Monitor, WISE, August 28, www.nirs.org/neconomics/cooperreport (12 07 2014).
- The Fuel of the Future, Unfortunately* [2014], "The Economist", April 19th.
- The Future of Nuclear Power* [2003], The Interdisciplinary MIT Study, <http://web.mit.edu/nuclearpower/pdf/nuclearpower-full.pdf> (8 07 2014).
- Thorium Reactors: Asgard's Fire* [2014], "The Economist", April 12th.
- Update of the MIT 2003 Future of Nuclear Power* [2009], The Interdisciplinary MIT Study, [http://web.mit.edu/nuclearpower/pdf/nuclearpower-update 2009.pdf](http://web.mit.edu/nuclearpower/pdf/nuclearpower-update%202009.pdf) (5 07 2014).
- Verbruggen A. [2008], *Renewable and Nuclear Power: A Common Future?*, "Energy Policy", no. 36.
- Vickers J., Yarrow G. [1988], *Privatization. An Economic Analysis*, The MIT Press, Cambridge.
- Webb M.G. [1976], *Pricing Policies for Public Enterprise*, The Macmillan Press LTD, London.
- Wodka N.A., Zelermeyer S.L. [2010], *Using the Nuclear Option to Find Middle Ground on Energy Policy*, "The Electricity Journal", vol. 23, no. 4, May.
- Yergin D. [2011], *The Quest. Energy, Security, and the Remaking of the Modern World*, The Penguin Press, New York.

SHOULD POLAND PRESS AHEAD WITH NUCLEAR POWER?

Summary

The article focuses on an ongoing debate on whether or not Poland should go ahead with its plan to develop a nuclear power program. The author questions the government's analyses of the cost-effectiveness of such a program. According to Szablewski, the government has failed to take into account the implications of power sector liberalization in its estimates. Moreover, the author says that, despite the steadily growing costs of nuclear power plant construction in real terms, the government mistakenly assumes that each new plant in Poland will cost less to build than previous facilities. Finally, Szablewski argues that the government has ignored various types of risks faced by developers.

Therefore, analyses of the economic implications of nuclear power development should focus not on the future costs of nuclear power but on the construction costs at hand, according to Szablewski, especially as the cost-effectiveness of different future technologies for producing electricity is uncertain.

The article refers to an ongoing animated debate on factors that determined the development of nuclear energy in the past and on the prospects for developing nuclear power plants in the future. The author concludes that there is no economic justification for building new nuclear plants in countries with liberalized power sectors. This especially applies to countries that are still thinking of building their first nuclear plants, Szablewski says, as well as those, like Poland, that have already decided to press ahead with nuclear power.

Keywords: nuclear energy, energy liberalization, risk of "new build," new electricity technologies

JEL classification codes: D24, L51, L52
