

Amerykańska ocena ryzyka związanego z energetyką jądrową i z gazem ziemnym.¹

W świetle trwającej w Polsce dyskusji o konkurencyjności węgla i energii jądrowej, warto zapoznać się z wynikami analiz amerykańskich, uwzględniających aktualne niskie ceny gazu ziemnego w USA. Ku zaskoczeniu czytelników okazuje się, że zarówno rozważania teoretyczne jak i podejmowane w praktyce decyzje inwestycyjne wskazują na korzyści z energetyki jądrowej. W Polsce, gdzie cena gazu ziemnego jest dużo większa niż w USA, a pokłady węgla są coraz mniejsze i trudniej dostępne, korzyści z energetyki jądrowej są jeszcze wyraźniejsze.

W opublikowanym ostatnio studium wpływu niskich cen gazu ziemnego na rozwój energetyki jądrowej w USA² przeprowadzono probabilistyczne porównanie ryzyka związanego z inwestowaniem w te dwie technologie, modelując oczekiwane wydatki w ciągu całego życia elektrowni. Okazało się, że chociaż koszty elektrowni gazowej (przy niskich opłatach za emisję CO₂) są nieco niższe, to wybór paliwa gazowego wiąże się z dużo większym ryzykiem inwestycyjnym na dłuższą metę niż w przypadku elektrowni jądrowej.

Ryzyko przy budowie EJ wynika z niepewności co do nakładów inwestycyjnych. Natomiast w przypadku gazu ziemnego ryzyko wynika z niepewności co do przyszłych cen gazu i potencjalnie możliwych kosztów zezwoleń na emisję CO₂.

Wobec tego, że czas pracy nowych elektrowni jądrowych ma wynosić 60 lat, a czas pracy elektrowni gazowych 30 lat, w modelu obejmującym cały okres życia elektrowni założono, że po 30 latach pierwsza elektrownia gazowa zostanie wyłączona, a zostanie zbudowana druga. Inne kluczowe założenia do obliczeń podano w tabeli poniżej.

Kluczowe założenia studium porównawczego EJ i gazu ziemnego (w USD z 2012 r)

Energia jądrowa			Gaz ziemny (CCGT)
Nakłady inwestycyjne bezpośrednie (overnight)	\$/KWe	\$5,000	Blok 1: \$1107 Blok 2: \$2045
O&M	\$/KWe/rok	\$75	\$30
Nakłady inwestycyjne na ulepszenia	\$/KWe	\$20 przy każdym przetadunku paliwa	\$10 na rok
Koszty paliwowe (2012)		Uran: \$107/kg U ₃ O ₈ Konwersja: \$11/kgU Wzbogacanie: \$132/SWU ³ Produkcja paliwa: \$336/kgU	Gaz ziemny: \$4.35/mmBtu ⁴
Sprawność cieplna	%	33%	51%
Koszty zezwoleń na emisje CO ₂	\$/t CO ₂		\$25

Oczekiwane koszty wytwarzania energii jądrowej uśrednione na całe życie elektrowni (60 lat) wyniosły około 87 USD/MWh, z prawdopodobieństwem 5%, że przekroczą one 99 USD/MWh i 5%, że będą niższe od 77 USD/MWh. Innymi słowy, można z prawdopodobieństwem 90% oczekiwać, że koszt energii jądrowej będzie w przedziale od 77 do 99 USD/MWh.

¹ Dr inż. Andrzej Strupczewski, prof. nadzw. w Narodowym Centrum Badań Jądrowych.

² Will Low Natural Gas Prices Eliminate the Nuclear Option in the US? Rob Graber, Tom Retson
http://www.bluecastleproject.com/files/news_items/130-040213%20Will%20Low%20Natural%20Gas%20Prices%20Eliminate%20the%20Nuclear%20Option%20in%20the%20US%20EnergyPath.pdf

³ SWU – jednostka pracy przy wzbogacaniu uranu (separation work unit)

⁴ Wiele firm anglosaskich używa skrótu mmBtu dla oznaczenia miliona BTU, czyli 10,54 mld J.

Koszty energii elektrycznej z elektrowni o wysokiej sprawności opalanej gazem ziemnym (z uwzględnieniem opłat za emisję CO₂) określono zakładając, że drugi blok gazowy będzie zbudowany po 30 latach. Konsekwentnie, przyjęto dlań nakłady inwestycyjne wyższe, zakładając że tempo ich wzrostu wynosi 2% rocznie.

W przypadku gazu ziemnego oczekiwana wielkość kosztów wynosi 84 USD/MWh, a więc nieco mniej niż dla EJ. Jednakże zakres niepewności jest większy. Przy prawdopodobieństwie 90 % wynosi on 38 USD/MWh, a więc prawie dwukrotnie więcej niż dla EJ. Jest to wynikiem niepewności co do wahań cen gazu ziemnego w długim okresie czasu.

Dodatkową okolicznością przemawiającą na korzyść EJ jest to, że ryzyko po zbudowaniu obiektu jest bardzo małe dla EJ – wynika tylko z wahań cen paliwa, mających mały wpływ na koszt energii elektrycznej – a dla elektrowni gazowej jest bardzo duże, bo niepewność co do cen gazu trwa przez cały okres pracy elektrowni gazowej, a ceny gazu bardzo silnie wpływają na ceny energii elektrycznej.

Z punktu widzenia inwestora ryzyko związane z budową EJ można ograniczyć przez odpowiednie umowy z dostawcą reaktora. W przeciwieństwie do poprzedniej generacji elektrowni jądrowych, które po awarii w Three Mile Island w 1979 r. musiały być przebudowywane zgodnie ze zmieniającymi przepisami bezpieczeństwa, co powodowało obciążenia finansowe inwestora ponoszącego całe ryzyko finansowe, obecne umowy na budowę elektrowni jądrowych obciążają ryzykiem dostawcę elektrowni. Ponadto, zgodnie z nowym procesem licencjonowania elektrowni jądrowych w USA, dozór jądrowy wydaje jedno wspólne zezwolenie na budowę i eksploatację, co zwiększa bezpieczeństwo inwestora.

Zestawienie elementów składowych uśrednionych kosztów energii elektrycznej z EJ i z elektrowni gazowych pokazano w tabeli 2

Składowa kosztów (\$/MWh)	Elektrownia jądrowa	Gaz ziemny (bez kosztów emisji CO₂)	Gaz ziemny (z kosztem emisji CO₂ \$25/t CO₂)
Koszty inwestycyjne	\$ 57.78	\$ 12.72	\$ 12.72
O&M	\$ 10.03	\$ 3.46	\$ 3.46
Paliwo	\$ 5.55	\$ 46.99	\$ 46.99
Podatki	\$ 9.79	\$ 10.39	\$ 10.39
Likwidacja elektrowni	\$ 1.46	-	-
Unieszkodliwianie odpadów	\$ 1.00	-	-
Koszty emisji CO ₂	-	-	\$ 9.80
SUMA	\$ 85.61	\$ 73.55	\$ 82.35

Cena gazu ziemnego dostarczanego do elektrowni amerykańskich w 2012 roku wynosiła 4,35 USD/mmBtu. Jednakże cena ta nie jest stabilna, bo jest ona niższa od średniego kosztu wydobycia gazu łupkowego, stanowiącego obecnie główne źródło nowych dostaw gazu w USA, którego koszt wydobycia ocenia się na 5 do 8 USD/mmBtu. Choć perspektywy wydobywania gazu łupkowego w USA są pozytywne, trzeba zdawać sobie sprawę, że jak z każdym rodzajem zasobów najpierw wykorzystuje się pokłady najtańsze. W miarę upływu czasu cena gazu łupkowego będzie rosła, a za nią i cena gazu ziemnego z innych źródeł. Ponadto urządzenia w portach USA, zbudowane pierwotnie dla importu skroplonego gazu LNG, są obecnie przerabiane na urządzenia do eksportu gazu, bo ceny gazu ziemnego wynoszą 9 USD/mmBtu w Wielkiej Brytanii i 16.5 USD/mmBtu w Japonii. Te wysokie ceny na rynku światowym doprowadzą do wzrostu cen także i w USA.

Obawy o wzrost cen gazu ziemnego widoczne są nie tylko w rozważaniach teoretycznych, ale znajdują potwierdzenie w praktyce. W marcu 2012 r. amerykański dozór jądrowy US Nuclear Regulatory Commission wydał połączone zezwolenie na budowę i eksploatację (COL- combined construction and operating license) dla dwóch prywatnych elektrowni jądrowych. Są to Vogtle, bloki 3 i 4, należące do Southern Company i Summer, bloki 2 i 3, należące do South Carolina Electric and Gas. W 2013 roku rozpoczęto wylewanie betonu w częściach jądrowych obu tych elektrowni. Obie firmy otrzymały zezwolenie na budowę od władz stanowych głównie w oparciu o zasadę dywersyfikacji paliw. Obie firmy mają znaczne moce elektrowni węglowych i żywią przekonanie, że agencja ochrony środowiska US Environmental Protection Agency wprowadzi ostre ograniczenia emisji z elektrowni węglowych, w tym ograniczenia emisji CO₂. Trzecie towarzystwo energetyczne - Florida Power and Light – ma otrzymać zezwolenie na budowę bloków 5 i 6 w EJ Turkey Point, a uzasadnienie jest takie samo- potrzeba dywersyfikacji paliw energetycznych. Władze stanowe są tak dalece przekonane o słuszności tej strategii, że po raz pierwszy w historii zezwoliły firmom energetycznym na włączenie nakładów inwestycyjnych do wydatków, które podlegają zwrotowi w postaci opłat odbiorców jeszcze przed uruchomieniem elektrowni.

W sumie, chociaż energia elektryczna z elektrowni gazowych jest nieco tańsza od energii jądrowej, ryzyko inwestycyjne dla gazu ziemnego jest znacznie wyższe niż dla energetyki jądrowej, co powoduje decyzje o wyborze elektrowni jądrowych w Stanach Zjednoczonych.

W Polsce, gdzie już obecnie importujemy węgiel kamienny i przewiduje się spadek wydobycia węgla brunatnego, perspektywa stabilnych i tanich dostaw energii jądrowej jest ważną przesłanką do budowy elektrowni jądrowych.