

Czy Polsce opłaci się budowa elektrowni jądrowych?

Autor: Andrzej Strupczewski - Instytut Energii Atomowej POLATOM

(„Energia Elektryczna” – nr 6/2009)

Budowa elektrowni jądrowej jest droższa niż elektrowni węglowej o tej samej mocy. A przy tym Polska ma własny węgiel, podczas gdy uranu dotychczas nie wydobywaliśmy. Czemu więc mamy budować elektrownie jądrowe? Powody są podobne, jak w 30 innych krajach, które przystępują do programów budowy elektrowni jądrowych. Dzięki niskim kosztom paliwowym i wysokim współczynnikom wykorzystania mocy zainstalowanej, elektrownie jądrowe produkują energię elektryczną tak tanio, że różnice w nakładach inwestycyjnych zwracają się szybko i na dłuższą metę energia jądrowa okazuje się dużo tańsza.

Dzięki wysiłkom energetyki jądrowej, w ciągu 40 lat osiągnięto ogromny wzrost niezawodności i dyspozycyjności. Współczynniki wykorzystania mocy zainstalowanej np. w Stanach Zjednoczonych dla wszystkich 104 elektrowni jądrowych wzrosły z 60 do średnio powyżej 91 proc. Odpowiada to efektywnemu zwiększeniu produkcji energii elektrycznej o połowę, bez dodatkowych nakładów inwestycyjnych.

W Europie koszty inwestycyjne - bez oprocentowania kapitału - wynoszą ok. 2,4 mld euro na blok 1000 MWe (dane dla elektrowni jądrowej Flammanville, reaktor EPR - 1600 MWe), a dla elektrowni fińskiej Olkiluoto 3 - po uwzględnieniu opóźnień i dodatkowych kosztów – ok. 3 mld na 1000 MWe. Koszty w USA są o ok. 30 proc. wyższe niż w Unii Europejskiej, zarówno dla elektrowni jądrowych (EJ), jak i dla elektrowni węglowych (EW), dlatego do dalszych porównań będziemy przyjmowali koszty dla EJ i EW typowe dla warunków europejskich.

Przewidywany koszt budowy elektrowni jądrowej w Polsce może być mniejszy niż koszty obecne dla pierwszych bloków jądrowych budowanych po długiej przerwie w Europie - ze względu na krzywą uczenia się przemysłu jądrowego - lub większy, bo Polska nie ma doświadczenia w budowie obiektów energetyki jądrowej i musi stworzyć odpowiednią infrastrukturę prawno-organizacyjną oraz wyszkolić kadry. Przyjmijmy więc pesymistycznie, że koszt budowy pierwszego bloku będzie o połowę wyższy niż dla Flammanville, czyli 3,6 mld euro/1000 MWe. W Polsce dla drugiego bloku i następnych będziemy przyjmować koszty jak dla pierwszego bloku we Flammanville, to jest 2,4 mld euro/1000 MWe.

Po doliczeniu oprocentowania kapitału podczas budowy daje to w Polsce dla pierwszego bloku 4680 euro/kWe, a dla następnych 3220 euro/kWe.

Dla elektrowni węglowych - według kontraktów zawartych w 2008 r. w Polsce - nakłady inwestycyjne wyniosły od 1660 euro/kWe w przypadku budowy elektrowni na terenie zagospodarowanym, do 1900 euro/kWe dla nowej lokalizacji. Przyjmiemy do dalszych porównań koszt 1600 euro/kWe. Stąd otrzymujemy różnicę nakładów inwestycyjnych dla pierwszej EJ równą 3 mld euro/1000 MWe, a dla następnych 1,6 mld euro/1000 MWe.

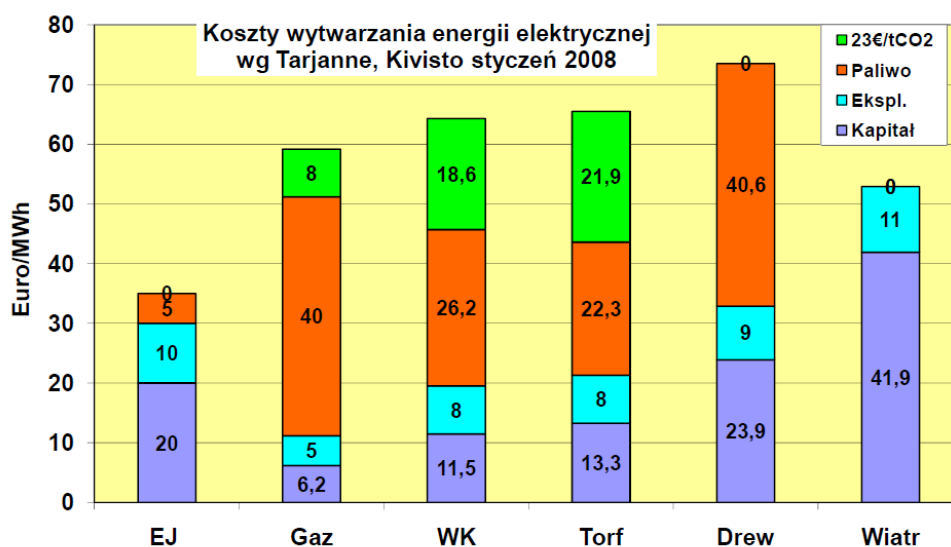
Ile wyniosą koszty paliwa? Elektrownia jądrowa o mocy 1000 MWe produkuje rocznie 8 TWh. Koszty paliwa jądrowego wynoszą przy tym 40 mln euro/rok. Koszty utrzymania ruchu ze składką na unieszkodliwianie odpadów i likwidację EJ są wyższe o ok. 2 euro/MWh dla EJ niż dla EW, a więc dla EJ 1000 MWe wyniosą ok. 16 mln euro/rok.

Elektrownia węglowa z dwoma blokami 2x800 MWe na parametry nadkrytyczne o sprawności 43 proc. zużywa ok. 0,38 mln ton węgla/TWh, a odpowiednia emisja CO2 będzie równa 0,8 tony CO2/MWh. Przy cenie węgla 55 euro/tonę otrzymamy koszty paliwa dla elektrowni węglowej produkującej 8 TWh/rok równe $0,38 \times 55 \times 8 = 167$ mln euro/rok, a opłaty za emisję - przy stawce 39 euro/tonę CO2 - wyniosą 248 mln euro/rok.

Razem koszt węgla i emisji CO2 wyniesie 415 mln euro/rok. Różnica kosztów to 359 mln euro/rok na korzyść EJ. Różnica nakładów inwestycyjnych odpowiada więc dla pierwszego bloku zyskom z kosztów paliwowych uzyskanym w czasie poniżej 9 lat, a dla następnych - po czasie poniżej 5 lat.

Powyższe porównanie dotyczy bloków węglowych bez instalacji wychwytu i składowania CO2. Jeśli nasze badania i prace rozwojowe w dziedzinie wychwytu i podziemnego składowania CO2 zakończą się pomyślnie i będziemy budować elektrownie węglowe z instalacjami CCS, to nakłady inwestycyjne na te bloki będą wyższe niż dla EJ. Dodatkowo wychwył CO2 spowoduje utratę od 20 do 30 proc. mocy, a więc trzeba będzie zużyć od 20 do 30 proc. więcej węgla na wyprodukowanie tej samej energii. Oznacza to, że koszty paliwa wzrosną o 20-30 proc., dochodząc do 200 mln euro na rok. A jak pamiętamy, dla elektrowni jądrowej koszty paliwa wraz ze składkami na unieszkodliwianie odpadów i likwidację elektrowni to 56 mln euro na rok. Czyli zarówno nakłady inwestycyjne, jak i koszty paliwowe dla elektrowni jądrowych będą niższe niż dla węglowych z CCS.

Powyższe rozważania miały charakter orientacyjny i wskazały tylko na zasadnicze składniki kosztów. Szczegółowe analizy prowadzone tak na poziomie międzynarodowym przez zespół krajów OECD, jak i na poziomie narodowym, np. w Wielkiej Brytanii, Francji czy Finlandii, wskazują na korzyści ekonomiczne z rozwoju energetyki jądrowej. Na rysunku nr 1 pokazujemy wyniki studium z Finlandii, jako kraju, który na pewno nie ma ambicji mocarstwowych, ani militarnych, a chce po prostu otrzymywać jak najtańszą energię elektryczną.



Rysunek 1. Koszty produkcji energii elektrycznej z różnych źródeł.

Dane z raportu Tarjanne, Kivisto, 2008¹

W raporcie fińskim przyjęto poziom cen ze stycznia 2008 r. Nakłady inwestycyjne nie obejmują VAT, natomiast oprocentowanie kapitału w czasie budowy i wszystkie koszty właściciela elektrowni zostały objęte w ocenie kosztów. Tak więc nakłady inwestycyjne to cena elektrowni pod klucz w chwili przekazania jej do eksploatacji zawodowej.

Dla elektrowni jądrowej przyjęto czas budowy równy 6 lat, dla pozostałych źródeł energii czasy budowy przyjęto krótsze. Realną wysokość oprocentowania przyjęto równą 5 proc. rocznie. Według oceny fińskiej ze stycznia 2008 r., jednostkowe nakłady inwestycyjne dla nowej EJ wynoszą 2750 euro/kW, to jest dla bloku 1000 MWe będą równe 2,75 mld euro. Dla elektrowni węglowej 1300 euro/kW¹, dla elektrowni gazowej 700 euro/kW, dla elektrowni opalanej drewnem 2700 euro/kW, dla wiatrowej 1300 euro/kW (prędkość wiatru powyżej 8 m/s). W ciągu 2008 r. ceny wszystkich typów elektrowni wzrosły.

Wydatki na unieszkodliwianie i ostateczne składowanie odpadów i na likwidację elektrowni jądrowej uwzględniono w kosztach eksploatacji. Stanowią one ok. 25 proc. tych kosztów.

Czas pracy w ciągu roku dla EJ w Finlandii przekracza 8000 h i sięga 8400 h na rok. W studium przyjęto 8000 h, a chociaż dla węgla, gazu, torfu i drewna czasy te są zwykle mniejsze, również i dla nich przyjęto ten sam współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej równy 91,3 proc. Dla elektrowni wiatrowej przyjęto czas pracy 2200 h rocznie.

Okres pracy użytecznej dla EJ przyjęto 60 lat, a okres zwrotu nakładów inwestycyjnych 40 lat. Nakłady potrzebne do utrzymania EJ w ruchu przez 60 lat włączono do kosztów eksploatacyjnych. Dla innych elektrowni przyjęto czas życia 25 lat i nie wliczano do kosztów eksploatacyjnych żadnych wydatków inwestycyjnych na ten cel. Koszty eksploatacyjne dla EJ wyniosły 10 euro/MWh, dla gazowej 5, węglowej i trofowej 8, dla opalanej drewnem 9, a dla wiatrowej 11 euro/MWh.

Ceny paliw w odniesieniu do energii cieplnej: paliwo jądrowe 1,85 euro/MWh, gaz ziemny 23,2 euro/MWh, węgiel 11 euro/MWh, torf 8,90 euro/MWh i drewno 13,4 euro/MWh. Sprawność cieplną elektrowni jądrowej przyjęto równą 37 proc., gazowej 58 proc., węglowej 42 proc., opalanej drewnem 33 proc.

Koszty paliwowe na jednostkę produkowanej energii elektrycznej to dla węgla 26,19 euro/MWh, a dla EJ 5 euro/MWh. Dla gazu 40, dla torfu 22,3, dla drewna 40,6 euro/MWh.

Porównania fińskie prowadzono zakładając, że opłata za emisję CO₂ z elektrowni węglowej wyniesie 23 euro/t CO₂, a więc mniej niż w obecnych analizach polskich. Różnica kosztów wytwarzania energii elektrycznej wyniosła przy tym założeniu 300 mln euro/rok x1000 MWe na korzyść energii jądrowej. Jak widać, wyniki szczegółowych analiz fińskich zgadzają się z wnioskami z analizy przybliżonej przedstawionej powyżej. Budowa elektrowni jądrowych Polsce się opłaci!

Przypisy

1. Tarjanne Risto, Kivistö Aija: Comparison of electricity generation costs, Lappeenranta University of Technology Research report EN A-56, February 2008.
2. Tamże.