

Kosztowna energetyka jądrowa

Władysław Mielczarski¹

Trochę historii

Od początku lat 90. ubiegłego wieku, kiedy to rząd T. Mazowieckiego, biorąc pod uwagę olbrzymie koszty i brak akceptacji społecznej, wstrzymał budowę elektrowni atomowej w Żarnowcu, w Polsce panował rodzaj niepisanej umowy rządzących ze społeczeństwem: rząd nie próbuje budować elektrowni atomowych – społeczeństwo nie protestuje. Ukazywały się co prawda od czasu do czasu publikacje wzdychające do elektrowni atomowych. PSE S.A., a później ich następcą Polska Grupa Energetyczna prowadziła prace studialne. W Polityce energetycznej 2005-2025 roku pojawił się zapis o potrzebie ponownego rozważenie energetyki jądrowej, a premier J. Kaczyński w swoim exposé mgliście zapowiedział budowę elektrowni atomowej, jednak mało kto brał to poważnie.

Sytuacja zmieniła się w początkach stycznia 2009 r., kiedy to Rada Ministrów nagle podjęła uchwałę Nr 4/2009 w sprawie działań podejmowanych w zakresie rozwoju energetyki jądrowej, a następnie w dniu 12 maja 2009 r. wydała rozporządzenie w sprawie ustanowienia Pełnomocnika Rządu do spraw Polskiej Energetyki Jądrowej (Dz. U. Nr 72, poz. 622), a na jego mocy w dniu 19 maja 2009 r. została powołana Pełnomocnik Rządu ds. Polskiej Energetyki Jądrowej. Powstaje również zespół doradczy przy pełnomocniku i rozpoczyna się akcja propagandowa mająca za zadanie przekonanie społeczeństwa, że energia z elektrowni atomowych jest najtańsza, najbardziej nowoczesna, najbezpieczniejsza i najbardziej ekologiczna, cokolwiek miałyby to oznaczać.

Miłą atmosferę zachwyty nad energetyką jądrową i jej zaletami psuje w lipcu 2009 pismo Rzeczpospolita publikując artykuł [1] o drogiej energii z elektrowni atomowej, gdzie powołując się na moje obliczenia Rzeczpospolita pisze, że energia z elektrowni atomowych będzie droższą niż wyprodukowana przy użyciu innych technologii. Wielu nie kryło swojego oburzenia. Redaktor naczelny Energetyki, p. T. E. Kołakowski w swoim artykule [2] zarzucił Rzeczpospolitej brak obiektywizmu "...nasuwa się niestety podejrzenie, że Rzeczpospolita w sprawach energetyki stała się nieobiektywna i stara się manipulować opiniami społecznymi na temat energetyki atomowej".

Oświadczenie wydała też Polska Grupa Energetyczna S.A. [3] w którym stwierdziła, że „...założenia do wyliczenia kosztów pozyskiwania energii z atomu, przyjęte przez profesora Mielczarskiego, są skrajnie pesymistyczne, a przytaczanie ich w takiej formie w jakiej zostało to zaprezentowane w dzienniku Rzeczpospolita może wprowadzać w błąd opinię publiczną w kwestii nakładów na inwestycje w energetykę atomową oraz konsekwencji tej inwestycji dla klientów” oraz „...szacujemy koszty budowy na około 3 mld Euro za 1000 MW”. Ja, w swoich analizach przyjmowałem koszt od 4,5-5,4 mld Euro za 1000MW.

Nie tylko ja, ale również inni eksperci byli sceptycznie nastawieni do energetyki jądrowej. Prof. M. Nowicki mówił [4]: „Jestem bardzo sceptyczny jeśli chodzi o elektrownie jądrowe w Polsce, bo jest to szalenie droga inwestycja i nie stanowi żadnego panaceum”. Prof. K. Żmijewski pisze w artykule zatytułowanym „Atomowy kwiatek do kożucha” [5]: „Budowa elektrowni jądrowej nie rozwiąże niestety żadnego z problemów polskiej energetyki” i na swoim blogu [6] przedstawia dane dotyczące wysokich kosztów budowy elektrowni

¹ Autor jest profesorem zwyczajnym w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej. Jest również członkiem *European Energy Institute* czołowego europejskiego *Think Tank* w sprawach energetycznych.

atomowych odnosząc się do publikowanych przez lobbystów informacji o kosztach energetyki atomowej pisze: „*Wmawianie społeczeństwu, że coś co jest drogie jest tanie jest nie tylko niemoralne lecz wręcz szkodliwe*”. Sceptyczny jest również prof. J. Popczyk, który dla Rzeczypospolitej mówi o elektrowniach atomowych [7], że „*Trzeba będzie znacząco rozbudować sieć przesyłową w kraju, by energia z elektrowni dotarła do odbiorców*” oraz wskazuje, że „*...elektrownia atomowa nie będzie dobrym lekarstwem na polskie problemy energetyczne*”.

Od sierpnia 2009 do sierpnia 2010 trwa spór: jaki jest koszt inwestycyjny w przypadku elektrowni atomowej. PolAtom, lobbujący za budową elektrowni atomowych [8] i PGE S.A. twierdzą, że jest to koszt rzędu 3 mld Euro za 1000MW, podczas gdy ja wykazuję w swoich publikacjach [9, 10, 11], że jest to minimum koszt rzędu 4,5 mld Euro za 1000MW. Nagle w końcu lipca 2010 w wywiadzie dla Wirtualnego Nowego Przemysłu [12] doc. Andrzej Strupczewski z PolAtom stwierdza „*Całkowite koszty inwestycyjne dla pierwszego bloku elektrowni jądrowej w Polsce wyniosą ok. 4680 euro za kW - czyli 4,68 mld euro za 1000 MW*”.

Polska Grupa Energetyczna S.A. zaskakująco szybko zgadza się ze wskazaną przez doc. A. Strupczewskiego wysokością tego kosztu [12]: „*Z taką prognozą kosztów pierwszego bloku jądrowego zgadza się Marcin Ciepliński, prezes spółki PGE Energia Jądrowa*”. „*W jego ocenie wyliczenia Andrzeja Strupczewskiego odnośnie pierwszego bloku jądrowego wydają się być realne i mieszczą się w standardach*”.

Przytoczone powyżej informacje potwierdza czołowy polski dziennik Rzeczpospolita [13] pisząc „*Koszty polskiego projektu atomowego przekroczą 11 mld euro. Cena 1000 MW mocy będzie wyższa niż zakładane obecnie 3,3 mld euro. Trzeba doliczyć m.in. koszt działki i podłączenia elektrowni do sieci*.” W tejże publikacji doc. A. Strupczewski z PolAtom mówi Rzeczypospolitej: „*Musimy pamiętać o tym, że zamierzamy wybudować elektrownię od podstaw, a nie rozbudowywać już istniejącą, więc trzeba się liczyć z dodatkowymi wydatkami –w przypadku budowy pierwszego bloku o mocy 1000 megawatów może to być dodatkowa kwota nawet 1,5 mld euro [do kosztu samych urządzeń szacowanych na 3,3 mld na 1000MW]*”.

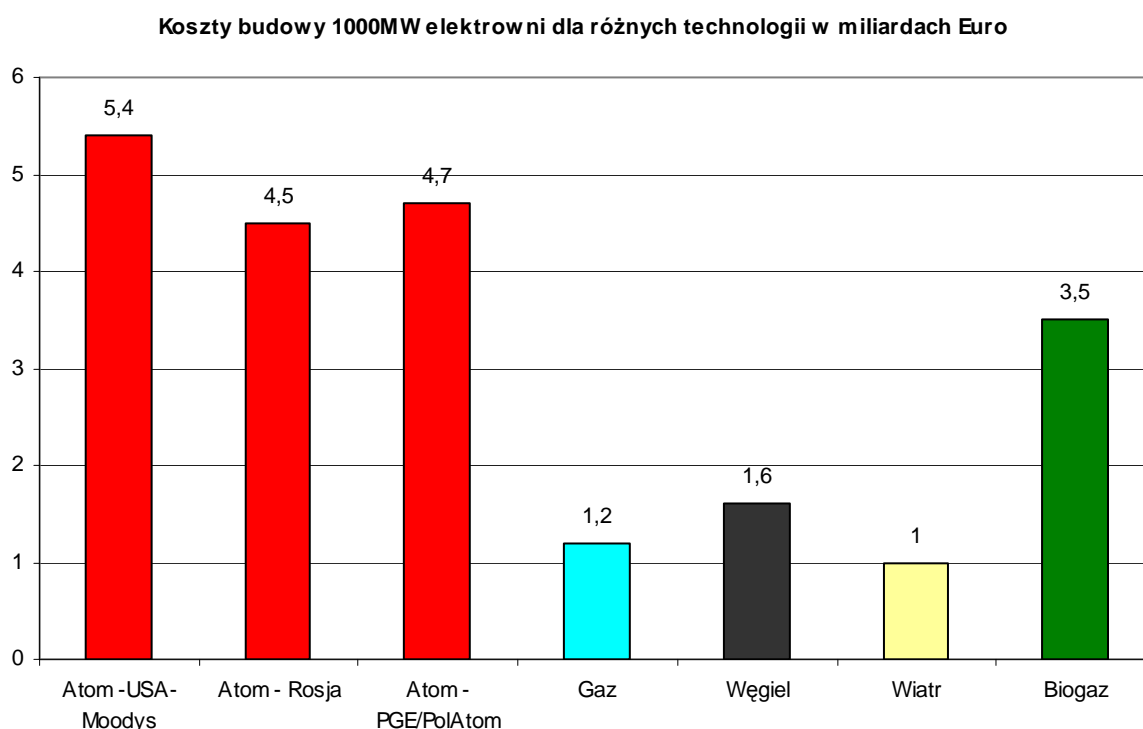
Po roku dyskusji lobbyści przyznają, że koszt budowy elektrowni atomowych wynosi nawet więcej niż wskazywałem już w połowie 2009 roku. Nikt nie protestuje. Nikt się nie oburza, że koszt inwestycji nagle wzrósł o 50%, co czyni cały projekt nieopłacalnym. Pękła bańka mydlana taniej energii z elektrowni atomowych. Warto jednak się zastanowić nie tylko ile wynosi koszt inwestycyjny, ale również ile będzie kosztowała energia z elektrowni atomowych. Spokojnie i bez emocji. Temu właśnie poświęcony jest niniejszy artykuł.

Koszty inwestycyjne

Koszty kapitałowe budowy elektrowni szybko rosną, a najszybciej rosną koszty budowy elektrowni atomowych. Analiza danych publikowanych przez renomowaną firmę Cambridge Energy Research Associate (CERA), zebranych z budowy ponad 300 elektrowni na całym świecie, potwierdza ten szybki wzrost [14]. Dlatego mówiąc o kosztach budowy elektrowni obecnie należy koszty budowy wyznaczone przed kilku laty przeliczyć uwzględniając ich duży wzrost.

Ekspert zwracają uwagę, że koszty ofertowe nabycia instalacji nie są jedynymi kosztami jakie musi ponieść inwestor [6]: „Współczynnik all-in/EPC² to 1,54, co oznacza, że inwestor musi średnio dołożyć 54% do kosztów zakupu.” Informacje z USA wskazują, że koszty budowy elektrowni atomowych w aplikacjach złożonych do Departamentu Energii³ (DoE) o subsydia są na poziomie 4,3 mln Euro/MW [15]. Czołowa agencja ratingowa Moodys [16] przyjmuje w modelach symulacyjnych NukeCo, że koszt budowy elektrowni atomowej wynosi 5,4 mln Euro/MW.

Obawa o wzrost kosztów jest uzasadniona. Przykładem jest budowa elektrowni atomowej w Olkiluoto 3 w Finlandii. Początkowy koszt budowy bloku 1600MW w tej elektrowni miał wynieść 3 mld Euro. Po ponad trzech latach opóźnień koszt szacowany jest na 5 mld Euro i nikt nie wie jaki będzie koszt końcowy. Koszty inwestycyjne dla różnych technologii produkcji energii elektrycznej pokazano na Rys. 1.



Rys. 1. Koszty inwestycyjne dla różnych technologii produkcji energii elektrycznej.

Podsumowaniem dyskusji dotyczącej kosztów elektrowni atomowych może być opinia amerykańskiego guru w problemach ekonomicznych energetyki prof. P. L. Joskow z MIT w Bostonie, który powiedział [17]: „Nikomiu nie udało się przeszacować kosztów budowy elektrowni atomowej przed jej ukończeniem⁴”. Nie sądzę, abym ja był pierwszym. Przyjmowane obecnie koszty na poziomie 4,7 mld Euro za 1000MW wydają się zaniżone. Konieczność poprawy technologii w reaktorach EPR spowoduje dalszy wzrost ich kosztu.

W połowie 2009, Brytyjski Inspektorat Instalacji Atomowych (*Nuclear Installations Inspectorate*) odmówił wydania zgody na budowę reaktorów atomowych typu EPR

² All-in/EPC oznacza stosunek kosztu całkowitego jaki musi ponieść inwestor do kosztu zakupu instalacji elektrowni.

³ Elektrownia Calvert Cliffs 1600 EPR – 9 miliardów USD.

⁴ Nobody has ever overestimated the construction cost of a nuclear power plant at the pre-construction stage.

(*European Pressurised Reactor - nowy reaktor o mocy 1600MW*) uzasadniając to obawą o bezpieczeństwo ich działania [18]. Wskazano na problemy z systemami sterownia i kontroli bezpieczeństwa tych reaktorów. W swoim piśmie skierowanym do potencjalnego inwestora EdF i dostawcy reaktorów Areva, brytyjski inspektorat pisze [19]: *"..mamy poważne obawy dotyczące waszych propozycji, która spowodowałaby że systemy [zabezpieczeń] o niskim stopniu bezpieczeństwa zastąpiłyby [obecne] systemy wyższej klasy⁵"*. System zabezpieczeń można poprawić, ale wymaga to czasu i znacznie podnosi koszty. Uważam, że obecnie najbardziej realistyczna jest ocena kosztów inwestycyjnych elektrowni atomowej podawana przez agencję ratingową Moody's na poziomie 5,4 mld Euro za 1000MW. Koszt ten będzie w przyszłości nadal rósł.

Koszty energii elektrycznej z elektrowni jądrowych

Na całkowity koszt energii elektrycznej mają wpływ trzy główne składniki: koszty kapitałowe (Capex), koszty operacyjne (Opex) oraz koszty paliwa.

Koszty kapitałowe

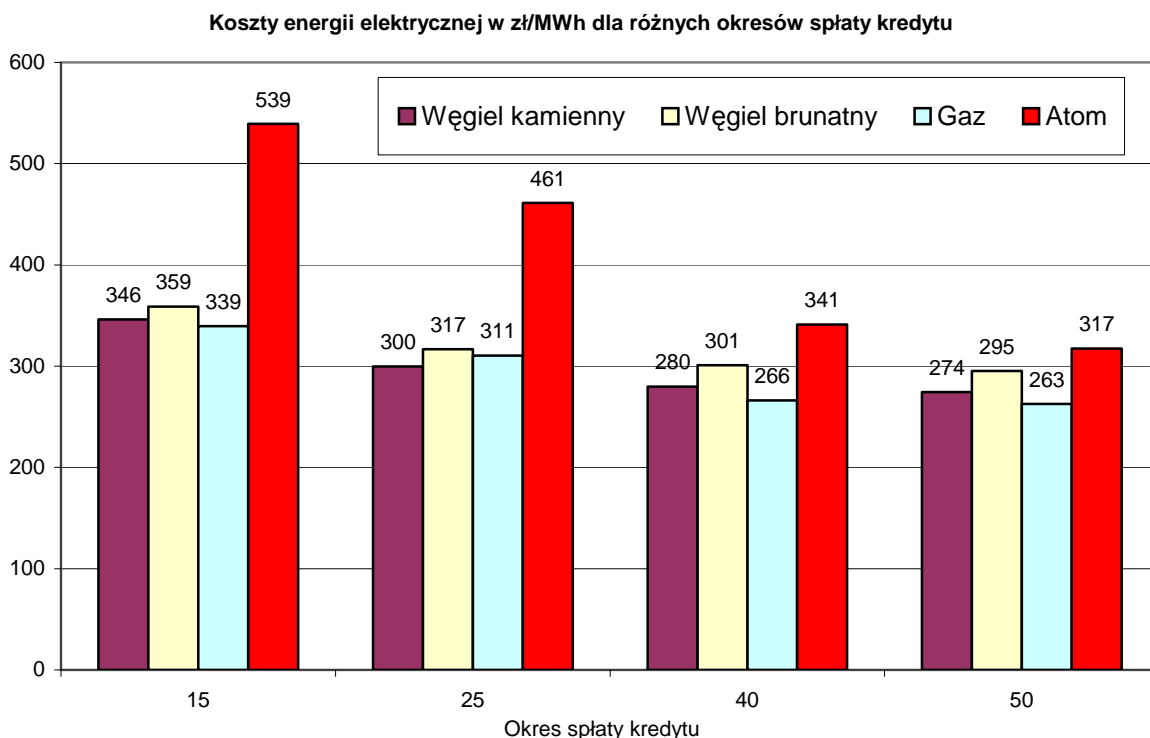
Te koszty są najtrudniejsze do policzenia na jednostkę produkcji, ponieważ na ich wielkość ma wpływ wiele założeń. Dotyczą one w szczególności: (a) kosztu kapitału (WACC), (b) okresu spłaty zadłużenia, (c) czasu pracy bloku w ciągu roku (dyspozycyjność), (d) kursów przeliczeniowych walut i projekcji ich wielkości w przyszłości.

W swoich obliczeniach przyjmuję koszt kapitału w wielkości 8,05% rocznie, który wynika z założenia możliwości uzyskania pożyczki oprocentowanej na poziomie 7% rocznie przy udziale kapitału własnego na poziomie 30% kosztu inwestycyjnego. Zwracano mi uwagę, że ten koszt kapitału jest zaniżony i dla elektrowni atomowych jako bardzo ryzykownych inwestycji powinien być przyjmowany na poziomie około 10% rocznie. To jednak prowadziłoby do jeszcze większych kosztów produkcji energii z elektrowni atomowych.

Drugim kluczowym elementem jest założenie okresu spłaty zadłużenia. W warunkach rynkowych, a na takich ma być budowana elektrownia atomowa, można uzyskać kredyt na 20 lat zakładając pięcioletni okres budowy i następnie piętnastoletni okres spłaty kredytu. Uzyskanie dłuższych okresów kredytowania jest możliwe tylko przy gwarancjach państwa, pod warunkiem, że to państwo samo nie ma zbyt dużego deficytu budżetowego. W Unii Europejskiej gwarancje państwowe dla elektrowni atomowych byłyby niedozwoloną pomocą publiczną, która jest zakazana przez prawo unijne. Jednak nawet przyjęcie pięćdziesięcioletniego okresu spłaty kredytu nie czyni elektrownie atomowe konkurencyjnymi w stosunku do innych technologii – Rys. 2. W obliczeniach tych wzięto pod uwagę koszt zakupu pozwoleń na emisje CO₂ na poziomie 30Euro/Mg.

Trzeba tutaj wspomnieć, że obliczenie opłacalności inwestycji obecnie prowadzi się przy pomocy metod zdyskontowanych przepływów finansowych, jak np. metoda NPV (*Net Present Value*). Przyjmuje się, że inwestycja jest opłacalna, jeżeli po określonym czasie $NPV > 0$. Wykonałem obliczenia tymi metodami [11] i pokazują one, że nawet po 40 letnim okresie eksploatacji elektrownia atomowa działająca w systemie rynkowym nie jest opłacalna.

⁵ We have serious concerns about your proposal which allows lower safety class systems to have write access [the ability to override] to higher safety class systems.



Rys. 2. Koszty produkcji energii elektrycznej dla różnych okresów spłaty kredytu.

W obliczeniach kosztowych elektrowni atomowej często przyjmuje się czas ich wykorzystania na poziomie 90%. Jest to mało realne. Zdarzało się osiągać takie wskaźniki w USA po ponad 20 latach optymalizacji procedur i to na krótki okres. W innych krajach wykorzystanie elektrowni atomowych jest na znacznie niższym poziomie. Na przykład w Szwecji, kraju o wysokim poziomie kultury technicznej, dyspozycyjność (*availability*) elektrowni atomowych [20] sięgała w roku 2008/2009 tylko 39%, a bloki po remoncie były uruchamiane bezskutecznie po 18 razy. Kłopoty z niemieckimi elektrowniami atomowymi są powszechnie znane, a w szczególności z elektrownią Krummel, która regularnie odmawia współpracy z jej obsługą. W moich obliczeniach przyjmuję wykorzystanie elektrowni atomowych na poziomie 80%, co uważam za bardzo optymistyczne założenie.

Koszty operacyjne

W obliczeniach kosztów energii elektrycznej z elektrowni atomowych rzadko prezentuje się dokładnie koszty operacyjne. Skomplikowana technologia i coraz ostrzejsze przepisy bezpieczeństwa powodują, że koszty operacyjne są znaczne.

Według danych z elektrowni amerykańskich, gdzie zarządzanie produkcją jest postawione na bardzo wysokim poziomie, co oznacza mniejsze koszty operacyjne, koszty te dzielą się na stałe i zmienne, i wynoszą jak podano w Tabeli 1. Koszty operacyjne [16] (nazywane czasem O&M – *Operation & Maintenance*) wynoszą około 148zł/MWh.

Tabela 1 Koszty operacyjne elektrowni atomowych.

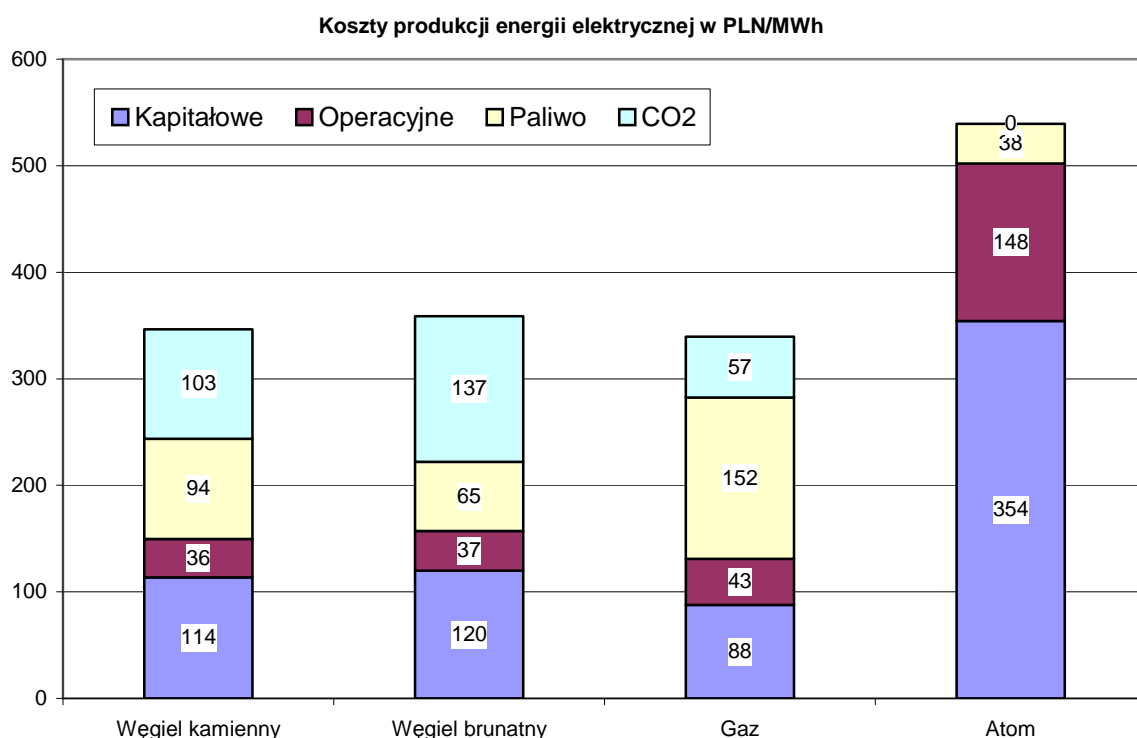
	USD	PLN
Koszty operacyjne zmienne	10USD/MWh	35zł/MWh
Koszty operacyjne stałe	250USD/kW - year	113zł/MWh
Koszty operacyjne całkowite		148zł/MWh

Koszty paliwa

Koszty paliwa są niskie w elektrowniach atomowych. Są one szacowane na około 12-15USD/MWh. Jednakże z czasem, kiedy coraz bardziej zachodzi konieczność korzystania ze złożu uranu w krajach o dużej politycznej niestabilności koszty te będą również rosły.

Koszty całkowite

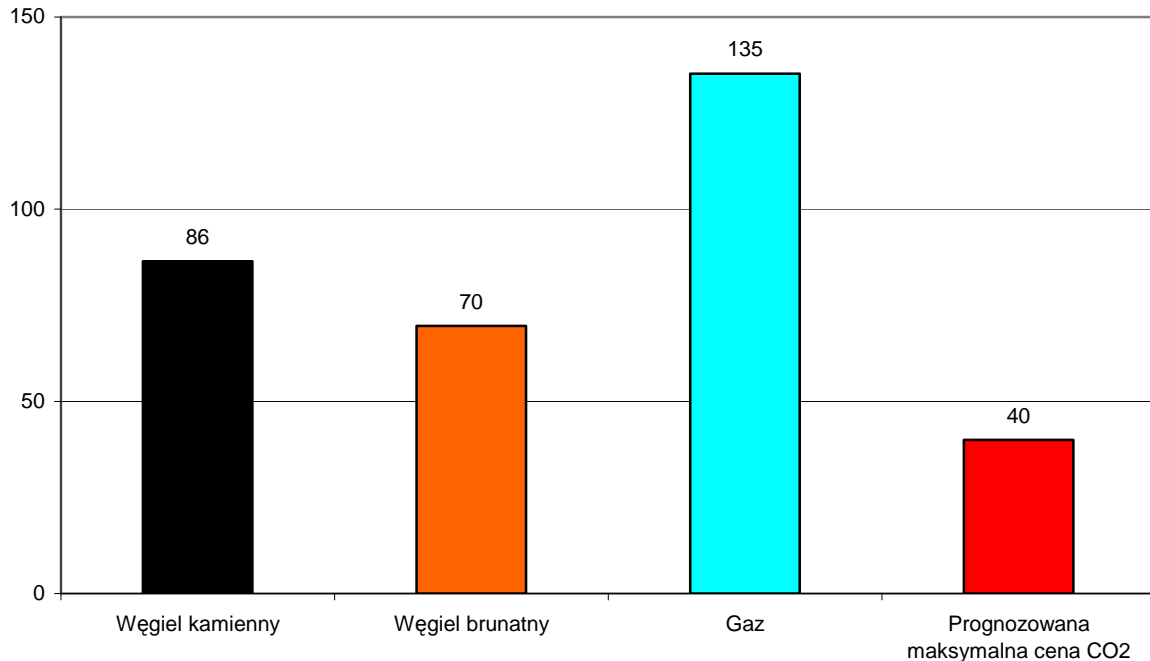
Do trzech składników kosztowych należy w przypadku produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem węgla czy gazu doliczyć koszt zakupu pozwoleń na emisje CO₂. Nawet jednak przyjmując te koszty na poziomie 30Euro/Mg energia z elektrowni atomowych nadal nie jest konkurencyjna – Rys. 3. Trzeba pamiętać, że koszty produkcji energii elektrycznej z elektrowni atomowych przedstawione na Rys. 3 uzyskano przy bardzo optymistycznych założeniach. Zmiana tych założeń na mniej optymistyczne powoduje, że koszt energii elektrycznej z elektrowni atomowych sięga 600-650zł/MWh.



Rys. 3. Koszty produkcji energii elektrycznej z różnych technologii.

Jakiegokolwiek rozważania o opłacalności elektrowni atomowych wymagają brania pod uwagę kosztu emisji CO₂. To konieczność zakupu tych pozwoleń w Unii Europejskiej znacznie podwyższa koszt produkcji energii elektrycznej z węgla czy gazu. Można wykonać obliczenia pokazujące, jakie musiałyby być koszty zakupu pozwoleń na emisje CO₂, aby energia elektryczna z elektrowni atomowych była konkurencyjna w stosunku do innych technologii – Rys. 4. Jednak tak wysokie ceny pozwoleń na emisje CO₂ są mało realne, szczególnie przy braku uzgodnienia zasad post-Kyoto oraz awersji szeregu krajów do wprowadzania systemu handlu emisjami.

Wielkość podatku CO₂ w Euro/tonę dla którego elektrownie atomowe są konkurencyjne



Rys. 4. Koszt emisji CO₂ dla których energii elektryczna z elektrowni atomowych jest konkurencyjna na rynku.

Bezpieczeństwo energetyczne

Jednym z elementów podnoszonych przez zwolenników energetyki jądrowej jest poprawa bezpieczeństwa energetycznego i zwiększenie dywersyfikacji technologii produkcji energii elektrycznej. Bezpieczeństwo energetyczne jest rozumiane na wiele sposobów. Jeżeli przyjąć, że polega ono na uniezależnieniu się od dostaw zewnętrznych, jak to często podnosi się w stosunku do gazu, to w przypadku energetyki jądrowej zachodzi konieczność importu technologii, paliwa i umiejętności, a w wyniku tego importu następuje praktycznie całkowite uzależnienie od dostawców zewnętrznych, a zatem spadek bezpieczeństwa energetycznego.

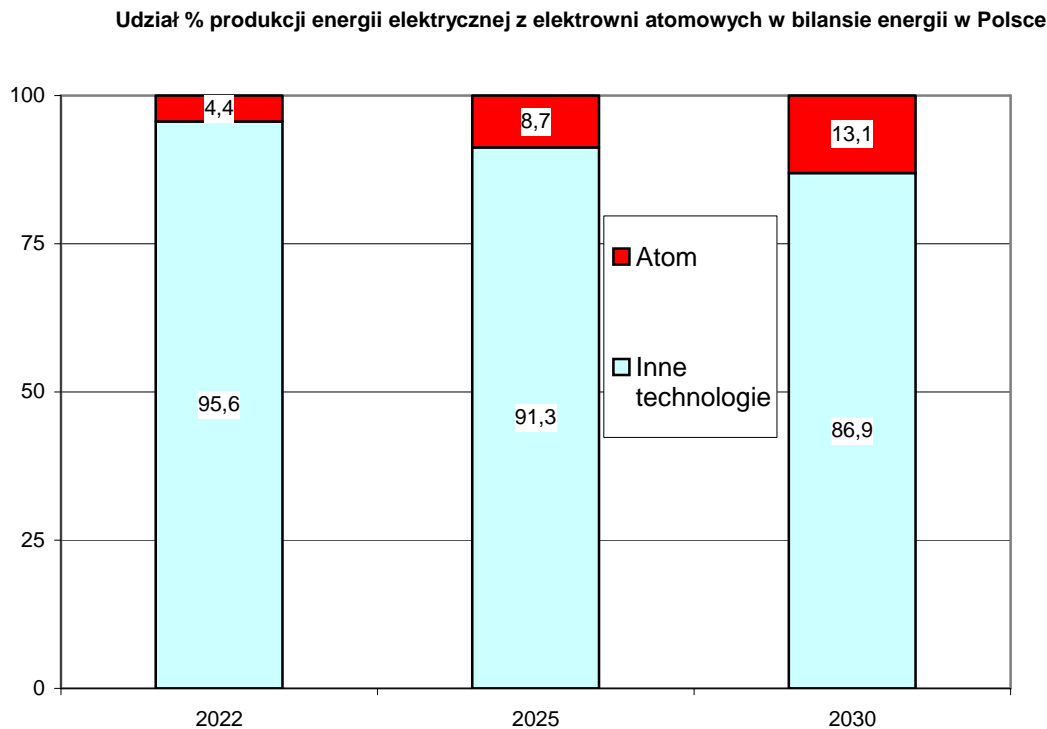
Również argument dywersyfikacji produkcji, czy konieczność zaspokojenia zwiększającego się popytu na energię elektryczną nie potwierdza się w dokładnych analizach bilansów energetycznych. Nawet gdyby Program energetyki jądrowej był wykonany w terminie i w 100% zakładanych mocy, co jest bardzo wątpliwe, to wpływ na bilans energetyczny Polski energii elektrycznej produkowanej w elektrowniach atomowych jest bardzo niewielki – Rys. 5. Znacznie łatwiej, nie mówiąc o tym, że wielokrotnie taniej, można poprawić bilans o podobne wielkości poprzez poprawę efektywności energetycznej.

Podsumowanie

Jest mało prawdopodobne, że w Polsce powstanie elektrownia atomowa. Jej koszty są tak duże, że wymagałaby znacznych subsydiów z budżetu państwa. Tego rodzaju subsydia są w Unii Europejskiej zakazane, a polski budżet i tak balansuje na granicy bankructwa.

W powstanie elektrowni atomowych zdaje się nie wierzyć sama pełnomocnik publikując *Program polskiej energetyki jądrowej*, który jest bardzo niestarannie przygotowanym dokumentem z dużą ilością błędów [21]. Nie wspomną już o wykonaniu tzw. „analiz” miejsca

pod budowę elektrowni atomowych. Za sumę przeznaczoną na ten cel można wykonać analizę warunków przyłączenia średniej wielkości farmy wiatrakowej, ale nie kompleksowe analizy: elektryczne, geologiczne i hydrologiczne kilkunastu miejsc planowanych pod budowę elektrowni atomowej. Świadczy to o małym przywiązywaniu wagi do projektu przez zlecającego i nie najlepiej o profesjonalizmie wykonawców. Myślę, że wielu „entuzjastów” energetyki jądrowej liczących na profity przy wdrażaniu Programu mocno się zawiedzie.



Rys. 5. Wpływ Programu energetyki jądrowej na bilans energii elektrycznej w Polsce.

Jednakże same skupianie się na dyskusji o elektrowni atomowej jest szkodliwe: zarówno dla polskiej energetyki, jak i dla gospodarki. Energetyki nie można rozpatrywać oddzielnie od reszty gospodarki. Nowoczesna energetyka może stymulować nowe rozwiązania i napędzać nowoczesną gospodarkę, a w początku XXI wieku to: poprawa efektywności energetycznej, nowe technologie produkcji energii, inteligentne sieci oraz optymalizacja potrzeb i produkcji. Budowa elektrowni atomowej to cofanie się do lat 40/50 ubiegłego wieku. Nie ma sensu i potrzeby tego robić. Należy pamiętać, że „Technologie używane w elektrowniach atomowych nie zrobiły zbyt dużego postępu od lat 50 ubiegłego wieku”⁶ [22].

W dyskusji o elektrowniach atomowych trzeba odpowiedzieć sobie na pytania czy chcemy wziąć udział w rozwoju nowoczesnych technologii skupiając się na poprawie efektywności energetycznej, nowych źródłach energii, inteligentnych sieciach, czy może chcemy całe zasoby skierować na wybudowanie czy zaimportowanie pomnika technologii połowy ubiegłego stulecia. Od odpowiedzi na to pytanie będzie zależała nie tylko przyszłość polskiej energetyki, ale całej gospodarki.

⁶ The technology underpinning civilian nuclear power-generation has not progressed much since the 1950s

Literatura

- [1] Łakoma A., „Droga energia z atomu”, Rzeczpospolita, 6 lipca 2009
- [2] Kołakowski T. E., „Tytułem wstępu”, Energetyka, nr 661, lipiec 2009
- [3] Polska Grupa Energetyczna, „Oświadczenie w związku z artykułami „Droga energia z atomu” oraz „Pieniądze są najwyższą barierą” opublikowanymi w dzienniku Rzeczpospolita 6 lipca 2009r”. www.pgesa.pl, 6 lipca 2009
- [4] Wypowiedź prof. M. Nowickiego dla TVP Info z dnia 12 stycznia 2008,
- [5] Żmijewski K., „Atomowy kwiatek do kożucha” Gazeta Wyborcza, 25 lipca 2008
- [6] Żmijewski K., „Jedni mówią co wiedzą, drudzy wiedzą co mówią”, Wirtualny Nowy Przemysł, www.wnp.pl, 15 kwietnia 2009
- [7] Łakoma A., „Atomowe plany premiera Tuska”, Rzeczpospolita, 14. stycznia 2009
- [8] Strupczewski A., „Atomowe za i przeciw”, cz.1, INFOS, Biuro Analiz Sejmowych, nr 21(67), 2009
- [9] Mielczarski W., „Atomowe za i przeciw”, cz.2, INFOS, Biuro Analiz Sejmowych, nr 21 (68), 2009
- [10] Teodorczyk K. W., „Ile naprawdę kosztuje elektrownia atomowa”, wywiad z W. Mielczarskim, www.chronmyklimat.pl, 8 październik 2009.
- [11] Mielczarski W., „Elektrownia atomowa - obliczenia kosztowe”. Energetyka Ciepła i Zawodowa, nr 10, 2009
- [12] Ciepła D., „1000 MW elektrowni jądrowej w Polsce będzie kosztować ok. 4,7 mld euro”, Nowy Wirtualny Przemysł, www.wnp.pl, 29 lipca 2010
- [13] Łakoma A., „Pierwszy blok atomowy droższy o 1,5 mld Euro”, Rzeczpospolita, 2 sierpnia 2010.
- [14] CERA, “Construction Costs for New Power Plants Continue to Escalate: IHS CERA Power Capital Costs Index”, Cambridge, 29 maj 2008,
- [15] „Nuclear power in the USA”, www.world-nuclear.org/info/inf41.html, uaktualnione 22 października 2010
- [16] Agencja ratingowa Moody’s, “New Nuclear Generating Capacity”, Moody’s Corporate Finance, maj 2008.
- [17] Joskov P. L., “Prospects for nuclear power”, University of Paris – Dauphine, 19 maj 2006, <http://econ-www.mit.edu/files/1187>
- [18] Ciepła D., „Prof. Mielczarski o obawach ws. bezpieczeństwa reaktorów jądrowych”, Nowy Wirtualny Przemysł, 3 grudnia 2009, www.wnp.pl
- [19] Pagnamenta R., „UK regulators raises French nuclear concerns”, The Times, 1 lipiec 2009.
- [20] Munkejord M., “Nuclear depression”, Montel Powernews, nr 3, 2009
- [21] Mielczarski W., „Program polskiej energetyki jądrowej”, Energetyka Ciepła i Zawodowa, nr 10, 2010
- [22] The Economist, „Inside story: Nuclear’s next generation”, 10 grudzień 2009.