

Ekologia a energetyka jądrowa

Uwagi do artykułu „Aspekty gospodarcze i ekologiczne energetyki jądrowej i węglowej” autorstwa Prof. W. Kotowskiego i in.

W wyżej wspomnianym artykule kilkakrotnie wyrażono opinię, iż obecny zastój w rozwoju energetyki jądrowej na świecie został spowodowany nieuzasadnionymi obawami organizacji społecznych, zrodzonymi pod wpływem awarii elektrowni jądrowych w USA (Harrisburg, Three Mile Island) i w Czarnobylu.

Z taką opinią trudno się zgodzić. Wspomniane obawy na pewno odegrały pewną rolę, ale zastój został spowodowany głównie czynnikami ekonomicznymi oraz brakiem możliwości bezpiecznego, trwałego składowania odpadów radioaktywnych.

Według informacji, pochodzących z Departamentu Energii rządu federalnego USA [1] energetyka jądrowa nie jest konkurencyjna w porównaniu z energetyką opartą na węglu lub gazie ziemnym z powodów niżej wymienionych.

- Koszty inwestycyjne budowy elektrowni jądrowej są o ok. 42 % wyższe od kosztów inwestycyjnych elektrowni węglowej oraz wielokrotnie wyższe od elektrowni opartej na gazie ziemnym (technologia „advanced combined cycle”).
- Stopień wykorzystania zainstalowanych mocy w elektrowniach jądrowych, w latach 1995-97 wynosił od 77 do 71 % co oznacza, że różnego rodzaju awarie, powodujące wyłączenia lub spadek mocy, występują raczej często.
- Szereg instalacji jądrowych zamykano po okresie od 17 do 35 lat z uwagi na nazbyt wysokie koszty ewentualnych kapitalnych remontów lub wysokie koszty operacyjne.

Ocena kosztów operacyjnych pozostałych czynnych elektrowni jądrowych nie przedstawia się dużo lepiej.

Wszystkie te okoliczności powodują, iż koszty produkcji energii elektrycznej z energii jądrowej są o 42 % wyższe od energii produkowanej z węgla i o 49 % wyższe od produkowanej z gazu ziemnego. W związku z tym, w USA nie planuje się budowy nowych instalacji, a przewidywany udział elektrowni jądrowych w produkcji energii elektrycznej w USA spadnie do 7 % w 2020 r. (w 1999 r. wynosił 18 %). Nie planuje się ich budowy również w kilku innych krajach, w których energia jądrowa produkowana jest (lub była) w dużych ilościach (Francja, Niemcy, Anglia, Szwecja, Rosja). W rezultacie, produkcja energii jądrowej w skali światowej zostanie utrzymana na dotychczasowym poziomie. Jednak jej udział w światowym bilansie produkcji energii [2 - 4] spadnie do poziomu około 3 % w 2020 r. (w 1995 r. udział wynosił 6 %).

Sytuacja ekonomiczna energetyki jądrowej może się radykalnie zmienić na jej korzyść, jeśli w przyszłości zostaną wprowadzone wysokie opłaty za emisję dwutlenku węgla. To jednak w żadnej mierze nie rozwiąże podstawowego problemu tej energetyki, którym jest dotychczasowy brak możliwości długotrwałego, bezpiecznego dla wielu pokoleń, składowania odpadów radioaktywnych.

Oczywiście, wysiłki zmierzające do opracowania sposobu bezpiecznego składowania odpadów są podejmowane. Dobrym przykładem tego, jakim kosztem te wysiłki są realizowane i jakie są ich rezultaty, jest historia budowy składowiska odpadów radioaktywnych w USA [5]. Budowę rozpoczęto w 1984 r. w stanie Nevada z uwagi na suchy klimat i korzystne warunki geologiczne. Składowisko zlokalizowano na głębokości ok. 300 m, w skałach znajdujących się ok. 300 m powyżej warstw wodonośnych. Drażone są tunele, których łączna długość ma wynosić 160 km w tym celu, by zapewnić bezpieczną odległość między pojemnikami na odpady. Docelowo składowisko ma zabezpieczyć 70 tys. ton odpadów (35 tys. ton z dotychczasowej działalności oraz ok. 40 tys. ton odpadów, które mają być wyprodukowane do 2020 r., zarówno w siłowniach jądrowych, jak i podczas produkcji broni jądrowej). Mimo zaawansowanej budowy, ostateczna decyzja, czy budowa będzie kontynuowana (jeśli tak, to budowa zostanie zakończona w 2010 r.), czy też zostanie wstrzymana, zapadnie dopiero w 2001 r. Nie jest wykluczone, że może być to decyzja negatywna. W 1999 r. stwierdzono bowiem, że radioaktywny chlor-36, który pochodzi z doświadczalnych wybuchów bomb jądrowych, testowanych na pustyni Nevada zaledwie przed 50 laty, znalazł się na głębokości ok. 300 m. W związku z tym, podjęto prace badawcze, zmierzające do wyjaśnienia (i) w jaki sposób radioaktywny chlor zdołał przeniknąć w tak krótkim czasie na głębokość 300 m oraz (ii) czy podobny mechanizm migracji nie spowoduje w przyszłości wynoszenia radioaktywnej substancji ze składowiska na powierzchnię.

Trwająca od 1984 r. budowa składowiska i związane z tym prace badawcze pochłonęły już 5,9 miliarda USD z budżetu federalnego. Przewidywany całkowity koszt ma wynosić 43 miliardy USD. Nie wydaje się, aby kraje małe lub średniej wielkości mogły zdobyć się na tak znaczne wydatki.

Wobec nierozwiązanego dotąd problemu bezpiecznego składowania odpadów nuklearnych, rozwój energetyki jądrowej w oparciu o obecnie stosowane technologie stanowiłby coraz większe zagrożenie ekologiczne. Nie jest zatem tak jak piszą autorzy wspomnianego w tytule artykułu: „Gdy obserwuje się negatywne reakcje określonych grup społeczeństw na energię jądrową, to na ogół obawy tego

rodzaju są instynktowną nieufnością wobec zakłócania znanego krajobrazu". Albo te grupy kierują się instynktem, który jednak okazał się niezawodny, albo raczej - problem jest bardzo dobrze znany organizacjom społecznym.

Wobec wątpliwości, czy w ogóle możliwe jest bezpieczne, długowieczne składowanie odpadów radioaktywnych, zielone światło dla energetyki jądrowej może pojawić się wówczas, kiedy zostaną wdrożone nowe, bezodpadowe technologie produkcji energii jądrowej [6].

Literatura

1. Eynon R.T., The role of nuclear power in US Energy Supply. Prepr. Am. Chem. Soc. Div. Fuel Chem. t. 44, nr 1, s. 71, 1999.

2. Doman L.E., World energy projections from the Intern. Energy Outlook 1998. Prepr. Am. Chem. Soc. Div. Fuel Chem. t. 44, nr 1, s. 42, 1999.

3. Marzec A., Czajkowska S., Prognozy światowego i krajowego zapotrzebowania na energię i surowce energetyczne oraz ich ekologiczne konsekwencje. Karbo t. 44, s. 368, 1999.

4. Marzec A., Rola węgla, ropy i gazu ziemnego w światowych i krajowych prognozach zapotrzebowania na energię. Materiały III-go Kongresu Technologii Chemicznej, Gliwice, wrzesień 2000 (w druku).

5. Johnson J., DOE scientists give cautious nod to Yucca nuclear dumpsite. Chemical and Engineering News t. 77, nr 2, s. 28, 1999.

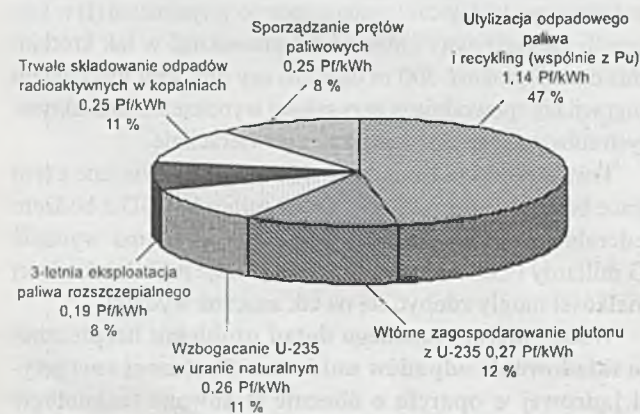
6. Sackett J.I., The future of nuclear energy. Prepr. Am. Chem. Soc. Div. Fuel Chem. t. 45, nr 1, s. 155, 2000.

Komentarz autorów

System gospodarki wolno-rynkowej wymusza budowanie zakładów przemysłowych wg takich technologii, aby produkt był najwyższej jakości i w dodatku po konkurencyjnych kosztach wytwarzania. Tej oczywistej zasady nie da się obejść szczególnie wówczas, gdy towary nabywa się na giełdach - a tak jest dziś z energią elektryczną, również na terenie Niemiec. Tu energia elektryczna z elektrowni jądrowych jest tańsza od wytwarzanej w elektrowniach węglowych, co zresztą dokumentuje się ubiegłorocznymi kosztami obiegu paliwa jądrowego, wynoszącymi tylko 2,36 Pf/kWh!

Widać to na załączonym schemacie zestawienia kosztów obiegu paliwa rozszczepialnego, uwzględniając trwałe przechowywanie odpadów radioaktywnych w kopalniach soli, jak i odzysk oraz zawrót plutonu (wytwarzanego ubocznie w reaktorze z ^{238}U). O takich kosztach obiegu paliwa nie mogą nawet marzyć polskie elektrownie węglowe.

Niskie koszty wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych są tonowane przez relatywnie wysokie nakłady inwestycyjne.



Koszt obiegu paliwa rozszczepialnego (wzbogaconego do 3-4 % mas. $^{235}\text{U} + ^{239}\text{Pu}$) w elektrowni o mocy 1300 MW (z podwójnym obiegiem wody lekkiej) wynosi 2,36 Pf/kWh

Autorzy, współdziałając od 1988 roku z elektrowniami jądrowymi w Bawarii, uznają za uzasadnione przytoczenie również poniższych informacji, w nawiązaniu do wypowiedzi Pani prof.dr hab.inż. Anny Marzec z Zakładu Karbochemii PAN w Gliwicach.

W Niemczech w 1999 roku pracowało 19 elektrowni jądrowych, pokrywając 34 % tamtejszego zapotrzebowania na energię elektryczną. Dostarczyły one odbiorcom 169,7 mld kWh przy przeciętnej rocznej dyspozycyjności reaktorów 7980 godzin, co stanowi 91%. One to ograniczyły emisję dwutlenku węgla do atmosfery o 170 mln ton w 1999 roku, odczuwalnie osłabiając dalszy wzrost efektu cieplarnianego.

Naukowcy energetyki jądrowej nie tylko systematycznie doskonalą poszczególne rozwiązania techniczne, w celu poprawy bezpieczeństwa oraz niezawodności ruchu aparatów i urządzeń, ale opracowują kolejne generacje reaktorów. Warto tu odnotować tzw. reaktor RUBBIEGO z masą paliwa rozszczepialnego poniżej krytycznej i sprzężonego z cyklotronem wodoru. Masa odpadów radioaktywnych w tego typu reaktorze wynosi tylko około 10 % tej, która powstaje w elektrowniach jądrowych na wzbogacony ^{235}U . W tych ostatnich masa radioaktywnych odpadów wynosi około 3 % mas. zawartości uranu w reaktorach.

Sprawa jest tym ważniejsza, że spośród nieodnawialnych nośników energii, największe zasoby obejmują tor i uran. One będą dominowały w przyszłości - obok odnawialnych nośników energii, a nie ropa, węgiel czy gaz ziemny. Należy ubolewać nad tym, że ich relatywnie niewielkie zasoby przeznaczają się dziś głównie dla celów energetycznych, ignorując przyszłe potrzeby gospodarki światowej.

Elektrownie węglowe pracują już ponad 100 lat, emitując do atmosfery rokrocznie pokaźne ilości toru oraz uranu wraz z produktami ich naturalnego, radioaktywnego rozpadu! Tyko w Ameryce dostaje się tą drogą do naszego środowiska około 800 ton uranu rocznie oraz znacznie więcej toru ze spalonego węgla i ten fakt bywa na ogół przemilczany przez przeciwników energetyki jądrowej. W tym kontekście nie ma sensu zastanawiania się, czy ekosferze bardziej szkodzi ogromna

emisja CO₂, czy pyłu uranu, toru oraz ich pochodnych z elektrowni węglowych. Rosnąca rola - w niedalekiej już przyszłości - energetyki jądrowej w świecie została udokumentowana w RAPORCIE RZYMSKIM z 1972 roku „GRANICE WZROSTU”, a dzisiejszy stan pogłębiającego się zagrożenia środowiska rosnącymi masami odpadów oraz emisją szkodliwych zanieczyszczeń do atmosfery potwierdza tę prognozę.

Na terenie USA obowiązywały dotychczas przepisy, zezwalające elektrowniom jądrowym na 40-letnią eksploatację. Dzięki jednak poczynionym, wielokierunkowym usprawnieniom technicznym, procesowym oraz w obszarze bezpieczeństwa ruchu, elektrownia jądrowa w Calvert Cliffs (Maryland) uzyskała na początku br. zgodę na 60-letnią eksploatację, co również udokumentowano efektywnością ekonomiczną oraz ograniczeniem w USA emisji CO₂. Przy tej samej argumentacji będą jeszcze w br. pozytywnie rozpatrzone wnioski na przedłużenie okresu eksploatacji dalszych 6 elektrowni jądrowych, a w okresie do roku 2003 aż 22 z pozostałych stanów. W wypowiedzi przewodniczącej CDU, Pani Angeli Merkel,

jak i przewodniczącego CSU, Pana Edmunda Stoibera wynika, że po ich przejściu rządu federalnego będzie identycznie w Niemczech.

Złożoną tematykę konkurencyjności (nie tylko w kategoriach czysto ekonomicznych) traktujemy z konieczności wybiórczo. O preferowaniu technologii często decydują lokalne uwarunkowania.

W podtekście naszej publikacji występuje kilka aspektów. Chodzi o to, że węgiel wykorzystywany głównie jako paliwo powinien być bardziej doceniany jako surowiec - nośnik pierwiastka C, m.in. do syntez chemicznych, tym bardziej, że zasoby tego surowca są w końcu ograniczone, nawet jeżeli wystarczą na 100-200 lat. W końcu ludzkość musi szukać alternatywnych sposobów pozyskiwania energii i to co jest w zasięgu to przede wszystkim energetyka jądrowa. Naturalnie nauka w tej dziedzinie nie śpi i trzeba również mieć na uwadze nowe generacje technologii, chociażby reaktory powielane. A w końcu jesteśmy także skazani na energię solarną. Rzecz w tym, że to wszystko kosztuje.