



## W UNII EUROPEJSKIEJ

### Prace badawcze Europejskiej Wspólnoty Energii Atomowej

Maciej Podemski\*



Europejska Wspólnota Energii Atomowej (European Atomic Energy Community — Euratom) umacnia światową pozycję Europy w wykorzystaniu energii atomowej także poprzez specjalistyczne badania naukowe oraz rozwój nowoczesnych technologii jądrowych. Plany badawcze i technologiczne Euratomu są realizowane dzięki tworzeniu wieloletnich Programów Ramowych Badań, Rozwoju Technologicznego i Prezentacji Unii Europejskiej. Szósty Program Ramowy Euratomu, dotyczący badań i działalności szkoleniowej w sektorze jądrowym (2002–2006), jest chwili obecnej na etapie końcowego wykonania, natomiast

w ostatnich fazach przygotowań znajduje się Siódmy Program Ramowy Euratomu, który ma objąć okres 2007–2011.

Przegląd kierunków badawczych tych dwóch programów pozwala na scharakteryzowanie wizji Euratomu dotyczącej głównych problemów europejskiej energetyki jądrowej w XXI wieku.

#### Kontrolowana synteza termojądrowa (fuzja jądrowa)

Fuzja jądrowa jest źródłem energii Słońca i innych gwiazd. Wyzwolenie tej energii w warunkach ziemskich wymaga utrzymania plazmy (całkowicie zjonizowanego gazu) w ekstremalnie wysokiej temperaturze. Program badawczy Euratomu, prowadzi badania w zakresie fizyki i technologii syntezy termojądrowej — zajmuje się niezbędnymi w tym procesie materiałami oraz metodami

\*EuroGeoConsulting, ul. Jesionowa 36A,  
05-816 Michałowice

zamknięcia plazmy. Koncentruje się również na konstrukcji reaktorów generujących elektryczność w procesie syntezy termojądrowej, tzw. tokamaków.

**Tokamak** (*Toroidal'naja Kamiera s Magnitnymi Katuszkami* — pierścieniowa komora z cewką magnetyczną) jest urządzeniem do przeprowadzania kontrolowanej reakcji termojądrowej. Główna komora ma kształt torusa (czyli poziomego, wydrążonego walca ułożonego w kształcie koła). Komora wypełniona jest zjonizowanym gazem (deuterem lub deuterem i trytem), z którego dzięki elektromagnesom tworzony jest pierścień. Pole magnetyczne indukuje w pierścieniu gazu prąd elektryczny, który powoduje wyładowania w gazie tworząc jeszcze większą jego jonizację i ogrzewanie. Efektem końcowym reakcji jest powstanie gorącej plazmy — utrzymanej w zwartym słupie wewnątrz pierścienia, dzięki silnemu polu magnetycznemu.

Pierwszy tokamak powstał w 1950 roku w Instytucie Energii Atomowej w Moskwie.

Euratom włączył się w program badawczy na początku lat 70. XX wieku. Dla koordynacji europejskiego programu fuzji jądrowej powstało Europejskie Porozumienie Rozwoju Fuzji Jądrowej (European Fusion Development Agreement — EFDA). Po okresie przygotowawczym, w 1978 roku, powołano konsorcjum *JET Joint Undertaking* dla budowy, wspólnym wysiłkiem krajów europejskich, wielkiego toroidalnego urządzenia plazmowego JET. Urządzenie to, zbudowane w Culham w Wielkiej Brytanii, oddano do użytku w 1983 roku.

**JET** (*Joint European Torus*) jest obecnie największym urządzeniem tego typu na świecie. Jego unikalną cechą jest konstrukcja, która pozwala na prowadzenie badań z wykorzystaniem trytu (izotopu wodoru). W JET osiągnięto rekordową w skali światowej moc fuzji jądrowej, wynoszącą 16 MW. JET jest także idealnym urządzeniem do testowania materiałów dla przyszłych reaktorów fuzji jądrowej, które będą musiały wytrzymać ekstremalne obciążenia termiczne i radiacyjne, występujące w realnych urządzeniach fuzyjnych. Pozwala także testować układy diagnostyczne, niezbędne do monitorowania zjawisk zachodzących w przyszłych reaktorach.

Szósty Program Ramowy Euratomu koncentruje się na wykorzystaniu i ulepszaniu działania instalacji JET, a także na rozwiązywaniu problemów związanych z planowanym jej zamknięciem. Znakomite wyniki naukowe osiągnięte na JET, jak też doświadczenie zgromadzone przez europejskich uczonych w trakcie wspólnej pracy na tym wielkim urządzeniu, spowodowały to, że Europa stała się głównym partnerem w międzynarodowych przygotowaniach do budowy jeszcze większego urządzenia fuzyjnego o nazwie ITER.

**ITER** (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) jest to międzynarodowy projekt badawczy, którego celem jest zbadanie możliwości produkowania na wielką skalę energii z fuzji jądrowej. Głównym zadaniem przedsięwzięcia jest budowa wielkiego tokamaka. Projekt został przewidziany na 30 lat (10 lat budowy i 20 lat pracy reaktora). Według decyzji z 28.06.2005 roku, tokamak powstanie w Cadarache w pobliżu Marsylii, na południu Francji. Wkład finansowy i naukowy w tym projekcie mają Unia Europejska, Japonia, Rosja, Chiny, Korea Południowa i USA. Unia Europejska pokryje 50% kosztów jego budowy, a pozostałe strony po 10% każda. Pierwszy zapłon reaktora przewidywany jest na rok 2016.

Według projektów, ITER ma każdorazowo podtrzymywać reakcję fuzyjną przez około 500 sekund, osiągając wydajność 500 MW. Dla porównania JET utrzymuje reakcję przez mniej niż sekundę i uzyskuje 16 MW. Energia w reaktorze będzie wydzielana w postaci ciepła i nie przewiduje się jej przetwarzania na energię elektryczną. Na bazie ITER ma powstać przyszła generacja reaktorów fuzyjnych, mogących produkować 3000–4000 MW energii.

W Siódmym Programie Ramowym Euratomu kładziony jest nacisk — poza dalszym rozwojem podstaw naukowych kontrolowanej syntezy termojądrowej — właśnie na doskonalenie reaktora ITER, będącego ważnym krokiem w kierunku konstrukcji prototypowych, bezpiecznych, przyjaznych środowiskowo i ekonomicznych reaktorów dla elektrowni atomowych. Kolejnym etapem tych prac ma być konstrukcja pilotowej elektrowni, nazwanej wstępnie DEMO-CREST.

### **Rozszczepialna energia jądrowa i ochrona przed promieniowaniem**

Program badawczy Euratomu (w tym zakresie) obejmuje przede wszystkim bezpieczeństwo działania istniejących rodzajów reaktorów atomowych oraz urządzeń przetwarzających paliwo atomowe. Zajmuje się także problemami związanymi z ich zamykaniem i likwidacją. Opracowywane są również nowe, bezpieczniejsze procesy wykorzystywania energii jądrowej, zwłaszcza w przemyśle i medycynie.

Odrębnymi zagadnieniami badawczymi są metody ochrony przed promieniowaniem oraz ocena zagrożeń przy długotrwałych niskich dawkach promieniowania. Zakres badań obejmuje studia epidemiologiczne zagrożonej populacji oraz wpływu promieniowania — na DNA, komórki, tkanki i całe ludzkie ciało. Pod uwagę brane jest zarówno promieniowanie wydzielane przez aparaturę medyczną, jak i pochodzące z naturalnych źródeł. Jednocześnie oceniany jest wpływ promieniowania na środowisko i wypracowywane są metody ochrony środowiska przed jego skutkami — reagowania w sytuacjach kryzysowych itp.

Ostatnio coraz poważniej traktowane są badania związane z terrorystycznym zagrożeniem radiologicznym i nuklearnym, które ukierunkowane są na minimalizowanie jego efektów, a także zmierzające do zamiany rodzajów używanych materiałów nuklearnych na bezpieczniejsze.

### **Obróbka i składowanie odpadów radioaktywnych**

Podstawowym problemem zagrażającym wykorzystaniu energii atomowej jest brak powszechnie przyjętego systemu zabezpieczenia zużytego paliwa atomowego i wysoko aktywnych odpadów promieniotwórczych. Dotyczy to zwłaszcza ich podziemnego składowania w formacjach skalnych, które zresztą będzie konieczne — niezależnie od sposobów przetwarzania tych odpadów. Do istotnych zagadnień należą także nowe systemy bardziej efektywnego wykorzystywania paliwa jądrowego i wytwarzania mniejszej ilości odpadów (nowe generacje reaktorów). Ważna jest również właściwa obróbka tych odpadów, z wykorzystaniem nowoczesnych technik ich separacji i przetwarzania (transmutacji).

Badania nad podziemnym składowaniem silnie radioaktywnych odpadów obejmują m.in. technologie wpro-

wadzania odpadów pod ziemię, fizyczne, chemiczne i biologiczne procesy oddziałujące na naturalne i sztuczne bariery oraz stabilność tych barier. Wypracowywane są także modele oceny skuteczności magazynowania i bezpieczeństwa składowisk.

#### **Badania Wspólnego Centrum Badawczego (Joint Research Centre)**

Badania w wymienionych obszarach wspomagane są przez Wspólne Centrum Badawcze Unii Europejskiej w zakresie:

- kontroli zasobów materiałów promieniotwórczych i wspomagania działań ograniczających nielegalny obrót takimi materiałami,
- konstrukcji nowych generacji reaktorów,
- bezpieczeństwa istniejących reaktorów,
- monitorowania i zamykania istniejących instalacji jądrowych,
- bezpieczeństwa jądrowego oraz bezpiecznej obróbki i przechowywania wypalonego paliwa i silnie aktywnych odpadów promieniotwórczych,
- techniki rozdziału i transmutacji w zastosowaniu do długotrwałych aktywności,
- badania oddziaływania neutronów z materią w celu utworzenia bazy danych użytecznej dla procesów transmutacji odpadów,
- pomiarów i materiałów wzorcowych, w szczególności dla niskich aktywności,
- międzylaboratoryjnych badań porównawczych,
- ochrony przed promieniowaniem.

*Źródła: Council Decision of 30 September 2002 adopting a specific programme (Euratom) for research and training on nuclear energy (2002–2006), (2002/837/Euratom); Annex I - Scientific and technological objectives and broad lines of the activities. Official Journal of the European Communities L 294/74, 29.10.2002, Brussels; Commission of the European Communities, Amended proposal for a Council Decision concerning the 7<sup>th</sup> framework programme of the European Atomic Energy Community (Euratom) for nuclear research and training activities (2007–2011); Annex I — Scientific and technological objectives, themes and activities, COM(2006) 364 final, 28.06.2006, Brussels.*