

Od rudy uranowej po odpady – instalacje jądrowe we Francji

[Impresje z pobytu na szkoleniu we Francji, 2009]

Energetyka jądrowa, czyli wytwarzanie energii elektrycznej w oparciu o ciepło uzyskiwane w wyniku kontrolowanej reakcji rozszczepienia jąder atomowych, po okresie zastoju w następstwie awarii, do jakiej doszło w elektrowni jądrowej w Czarnobylu (kwiecień, 1986), przeżywa obecnie na świecie swój renesans.

Polska, tak jak reszta świata, znów zwróciła się w stronę tego źródła energii i stoi na progu rozpoczęcia programu, którego celem ma być budowa pierwszej w naszym kraju elektrowni jądrowej, której uruchomienie planowane jest na rok 2020. W latach 1982-1990 w Polsce realizowano już program energetyki jądrowej. W pierwszym etapie tamtego, zarzuconego programu, przewidywano budowę dwóch elektrowni jądrowych – jednej w Żarnowcu, a drugiej w Klempiczu. W elektrowni w Żarnowcu miały pracować 4 bloki energetyczne napędzane reaktorami typu WWER-440 o łącznej mocy ok. 1600 MW.

Zaawansowanie budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu, w momencie podjęcia decyzji o zaprzestaniu budowy (17 września 1990), wynosiło 36% a jej zaplecza 85%. W przedsięwzięcie zaangażowanych było ok. 70 przedsiębiorstw krajowych oraz ponad 2600 pracowników na samym placu budowy. Przerwanie inwestycji to efekt warunków ekonomicznych po 1989 roku, ale także silnych protesty ekologów i negatywnego odbioru przez część społeczeństwa, który wzmógł się szczególnie po awarii w Czarnobylu. Co ciekawe, tylko dwa z czterech reaktorów ześlomowano, pozostałe zaś dwa służą do dzisiaj. Jeden, odkupiony za symboliczną kwotę, bezawaryjnie pracuje w fińskiej elektrowni jądrowej w Loviisa, drugi znajduje się w Centrum Szkoleń Elektrowni Jądrowej Paks na Węgrzech.

Awaria czarnobylska, niejednokrotnie wyolbrzymiana w mediach i niesłusznie porównywana z mili-

tarnymi zastosowaniami energii jądrowej, paradoksalnie przyczyniła się do znacznego rozwoju właśnie technologii bezpieczeństwa eksploatacji reaktorów jądrowych.

Wartym podkreślenia jest fakt, jak mało wspólnego mają ze sobą pokojowe i militarne zastosowania energii uwalnianej w wyniku rozszczepienia jąder atomowych; z uwagi na fizykę zachodzących procesów. To zupełnie dwa różne światy. W energetyce jądrowej stopień wzbogacenia uranu (U-235) w paliwie jądrowym nie przekracza 4%, zaś wzbogacenie uranu, który leży w obszarze zainteresowań militarnych wynosi zwykle ponad 85%. Porównywanie, zatem reaktorów pracujących w elektrowniach jądrowych z bombami atomowymi, jest całkowicie nieuprawnione i świadczy jedynie o braku wiedzy lub o złej woli. Niestety, owy brak wiedzy można usprawiedliwić, gdyż jest efektem ciągłego zmniejszania ilości godzin fizyki w procesie kształcenia społeczeństwa.

Projekt budowy energetyki jądrowej w Polsce to jedno z większych wyzwań stojących przed naszym Krajem. Realizacja wymaga podjęcia szeregu działań zarówno w rozumieniu prawnym, organizacyjnym, technicznym i naukowym. Szczególnie ważne jest wykształcenie kadry specjalistów. Mając świadomość braków kadrowych Rząd Polski w porozumieniu z francuskim EDF (*Électricité de France*) i z francuskim koncernem z branży energetyki jądrowej AREVA, zorganizował wyjazd grupy 20 naukowców z uczelni i instytutów naukowych Polski na szkolenie do Francji, kraju, który pozyskuje z atomu ponad 78% zużywanej energii. Szkolenie obejmowało m.in. poznanie kluczowych instalacji związanych z energetyką jądrową w państwie, które posiada ponad 60 letnie doświadczenie na tym polu i w którym działa 19 elektrowni jądrowych, gdzie pracuje 58 reaktorów atomowych. Cennym był także fakt, iż wspólnie-

organizatorem wyprawy był koncern AREVA, zajmujący się produkcją reaktorów, wydobywaniem, przeróbką, wzbogacaniem uranu oraz przetwarzaniem wykorzystanego paliwa do reaktorów – dało to całościowy ogląd na energetykę jądrową w skali kraju.

„Nuklearna podróż”, trwająca 6 tygodni, rozpoczęła się w Aix an Provence, gdzie mieści się ośrodek szkoleniowy AREVA University. Trasa tej poznawczej wyprawy, przedstawiona na Rys. 1, prowadziła następnie na północ poprzez kolejne miejscowości związane z energetyką jądrową; m.in. Marcoule, Pierrelatte, Romans, Cluny, Paryż aż do Normandii (La Hague, Flamanville). Umożliwiło to poznanie całego cyklu paliwowego od rudy uranowej, poprzez wzbogacanie uranu, produkcję paliwa, jego wykorzystanie, aż po proces zabezpieczania i składowania odpadów radioaktywnych. Polscy naukowcy zapoznali się też z produkcją elementów wyposażenia elektrowni jądrowej, z budową samej elektrowni. Ważnym aspektem były także szkolenia i dyskusje z ekspertami i specjalistami w ośrodkach naukowych pracujących dla potrzeb energetyki jądrowej.

„Nuklearna podróż”, trwająca 6 tygodni, rozpoczęła się w Aix an Provence, gdzie mieści się ośrodek szkoleniowy...



Rys. 1. Odwiedzone ośrodki jądrowe we Francji (za zgodą AREVA)

Szczególnie interesująca była możliwość wizyty w ośrodku Tricastin. Na jego terenie w obiekcie EURODIF prowadzony jest proces wzbogacania uranu metodą gazowej dyfuzji za pomocą urządzeń zwanych dyfuzorami. Dyfuzory (1 400 sztuk) umieszczone są w hali o długości 860 metrów i wysokości ok. 25 metrów. Największe

ciaa dalsz na stronie 14 >>

dokończenie ze strony 13 ►►

z nich mają po 23 metry wysokości, ważą po 150 ton i każdy potrzebuje 3,3 MW energii elektrycznej. Najmniejsze dyfuzory o wadze po 30 ton zużywają po 0,7 MW. Dane te pokazują, że proces wzbogacania uranu jest bardzo energochłonny i dlatego na terenie zakładów wybudowano elektrownię jądrową z 4 reaktorami PWR przeznaczoną jedynie (!) do zasilania dyfuzorów. W innym obiekcie, kompleksie Comurhex, przeprowadza się konwersję czterofluorku i tetrafluorku uranu do postaci UF_6 oraz defluoryzację UF_6 do najbardziej stabilnej i niereaktywnej postaci, pod jaką uran może być przechowywany, czyli U_3O_8 . Ważnym elementem cyklu paliwowego jest zabezpieczenie i składowanie wypalonego paliwa jądrowego, czyli odpadów wysokoaktywnych. Założony w 1976 roku zakład utylizacji i wzbogacania odpadów jądrowych La Hague zlokalizowany jest na końcu półwyspu Cotentin w Normandii. W czterech basenach spoczywa 9 000 ton kaset paliwowych powstałych głównie w wyniku 60 letniego okresu eksploatacji wszystkich elektrowni jądrowych we Francji. Baseny te pomieszczą jeszcze dodatkowe 5 000 ton.

Elementy paliwowe czekają trzy do pięciu lat na cięcie, rozpuszczanie w kwasie, odseparowywanie, podgrzewanie do temperatury 800 stopni, zatapianie w szkle (witryfikacja) i zginięcie prasami o nacisku 2500 ton. Ma to na celu zestalenie i zabezpieczenie odpadów. Podczas tego procesu, każde 800 litrów roztworu, powstałego po rozpuszczeniu elementów paliwowych, zostaje stopionych ze specjalnym rodzajem szkła dając 360 kg zeszlonych odpadów. Początkowo aktywność jednej beczki tego szkła wynosi ok. 81015 bekerela. Odpowiada to dawce promieniowania gamma ok. 1000 siewertów na godzinę na powierzchni beczki. Zeszlone odpady przechodzą fazę schładzania z pierwotnej temperatury 300°C, proces ten zajmuje około 25 lat. Wspomniane ciepło pochodzi z rozpadów radioaktywnych pierwiastków wbudowanych w szkło. Po wychłodzeniu odpady zabezpieczone dodatkowo specjalnymi stalowymi pojemnikami przygotowane są do długotrwałego składowania np. w głębokich formacjach skalnych.



Rys. 2. Widok budowy reaktora EPR – Flamanville (za zgodą AREVA)

We Francji, która swoją energetykę opiera na atomie, nie było ani jednego wypadku, który spowodowałaby wadliwie zbudowana lub nieumiejętnie eksploatowana elektrownia jądrowa

Patrząc w przyszłość, wyjazd dał okazję do zapoznania się z budową kolejnego bloku jądrowego we Flamanville (Normandia), gdzie tym razem zostanie zastosowany najnowszy produkt koncernu AREVA – zmodernizowany reaktor wodno-ciśnieniowy najnowszej generacji reaktorów III+, czyli EPR (European Pressurized Reactor) o mocy 1600 MW. Uruchomienie elektrowni planowane jest na rok 2014. Przewidywany okres eksploatacji reaktora EPR wynosi 60 lat, czyli o 20 lat więcej niż aktualnie używanych we Francji reaktorów typu PWR tej samej generacji II, które miały pracować w Żarnowcu. Reaktor typu EPR gwarantuje bezpieczeństwo nawet w przypadku największej awarii tzn. stopienia się rdzenia reaktora. Wyposażony jest w 4 niezależne systemy zabezpieczeń, a sam zbiornik mieszczący reaktor, znajduje się w podwójnej betonowej osłonie wytrzymałej nawet uderzenie samolotu pasażerskiego (Rys. 3). Obecnie powstają dwie elektrownie jądrowe oparte o ten zmodernizowany typ reaktora. Oprócz wspomnianej budowy we Flamanville: druga elektrownia powstaje w Olkiluoto (Finlandia). Co ciekawe, kierownikiem budowy kopuły bezpieczeństwa jest Polak, inż. Zbigniew

Wiegner, a na placu budowy pracuje 4 tys. pracowników i ponad połowa z nich to Polacy m.in. z firmy Polbau. Mam nadzieję, iż będą mogli wykorzystać swoje wysokie kwalifikacje przy powstawaniu elektrowni jądrowej w Polsce.

Warto zaznaczyć, iż we Francji, która swoją energetykę opiera na atomie, nie było ani jednego wypadku, który spowodowałaby wadliwie zbudowana lub nieumiejętnie eksploatowana elektrownia jądrowa.

Jedną z kluczowych spraw, o której słyszeliśmy w trakcie całego szkolenia, jest tzw. „nuclear culture”. Pojęcie to obejmuje szeroko rozumianą kulturę pracy na wszystkich szczeblach energetyki jądrowej. Poczynając od personelu pomocniczego, brygad remontowych przez kadre inżynierską i operatorów reaktora, a na kierownictwie kończąc wszyscy świadomie uczestniczą w budowaniu elektrowni jądrowej i jej późniejszej eksploatacji. Wiedzą, że jakość ich pracy przekłada się na jakość bezpieczeństwa przy uwalnianiu energii z wnętrza atomu.

W naszej nuklearnej trasie po Francji spotkaliśmy się wszędzie z profesjonalną organizacją szkolenia oraz z bardzo miłą i serdeczną atmosferą. Myślę, że mogę w imieniu wszystkich uczestników szkolenia podziękować Organizatorom oraz naszemu przewodnikowi i opiekunowi, obecnemu dyrektorowi AREVA Poland, Panu Adamowi Rozwadowskiemu, który poza tym okazał się znakomitym znawcą win, co we Francji jest szczególnie cenne.

DR KRZYSZTOF KOZAK

Institut Fizyki Jądrowej im Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie

Rys. 3. Systemy bezpieczeństwa reaktora EPR (za zgodą AREVA)

