

Artykuł pochodzi z archiwalnych zasobów firmy EKO-KONSULT sp. z o.o. 80-557 Gdańsk, ul. Narwicka 6.

Wszystkie prawa zastrzeżone.

Korzystanie za zgodą firmy EKO-KONSULT biuro@ekokonsult.pl



Kwartalnik „Problemy Ocen Środowiskowych” wydawany cyklicznie w latach 1998 – 2012, przez EKO-KONSULT był jedynym wydawnictwem w Polsce, poświęconym wyłącznie ocenom środowiskowym planowanych inwestycji oraz strategicznym ocenom oddziaływania na środowisko. Dla praktyków OOS, ale również dla osób początkujących może nadal stanowić wartościowe źródło wiedzy np. w zakresie prezentowanych case study i przeglądu stosowanych metodyk - w tym kontekście znaczna część artykułów zachowuje sporo aktualności.

Edward Józefowicz

Elektrownie jądrowe wokół Polski - potencjalne zagrożenia

Wszystkie kraje otaczające Polskę (za wyjątkiem Białorusi) posiadają czynne elektrownie jądrowe. Stąd zainteresowanie społeczeństwa ich stanem bezpieczeństwa, zwłaszcza, że nie wszystkie one budowane były (i eksploatowane) zgodnie z powszechnie przyjętymi w Europie standardami bezpieczeństwa.

Pojęcie bezpieczeństwa elektrowni jądrowej jest dość trudno scharakteryzować w sposób ścisły i ilościowy. Bierze się to stąd, że elektrownie są tak budowane, aby przy normalnej eksploatacji ich wpływ na otoczenie (przynajmniej z punktu widzenia radiologicznego) mógł być całkowicie zaniedbywalny. Wpływ ten może się stać znaczący, lub wręcz bardzo duży w przypadku awarii, a praktycznie wyłącznie przy tzw. ciężkich awariach, połączonych z poważnym uszkodzeniem rdzenia reaktora i barier oddzielających go od otoczenia. Oszacowanie prawdopodobieństwa ciężkiej awarii w tak złożonym układzie jak elektrownia jądrowa, nawet przy najbardziej ścisłym podejściu do zagadnienia, wiąże się z bardzo

dużymi niepewnościami, związanymi z określeniem niezawodności wielu elementów jej konstrukcji, ścisłością modelowania, a przede wszystkim może z określeniem niezawodności ludzkiej przy różnym poziomie "kultury bezpieczeństwa". Zresztą wartości prawdopodobieństwa awarii rzędu 10^{-4} do 10^{-7} na rok, o jakich tu się z reguły mówi, przeciętnemu człowiekowi niewiele mówią. Z tych względów pojęcie bezpieczeństwa jest pojęciem nieco subiektywnym, aczkolwiek niecałkowicie, gdyż pewne zasadnicze konsekwencje wypływają z ogólnych cech budowy elektrowni poszczególnych typów. Odległość od elektrowni w przypadku znaczących uwolnień substancji promieniotwórczych, odgrywa dużą rolę ze względu na dyspersję atmosferyczną tych substancji, nawet przy niekorzystnym kierunku wiatru; to powoduje, że plany awaryjne dla elektrowni o normalnych standardach bezpieczeństwa przy najcięższych awariach przewidują jakiegokolwiek szybkie działania najwyżej do odległości rzędu 30 km lub mniej. Takie podejście potwierdzają liczne modelowania i ćwiczenia.

Tabela nr 1 jest wykazem wszystkich czynnych elektrowni jądrowych znajdujących się w odległości do 500 km od najbliższego punktu polskiej granicy. Na szkicu pokazano najbliższe z nich. Lista obejmuje 49 bloków energetycznych o łącznej mocy elektrycznej około 42 tys. MW(e). Żadna z tych elektrowni nie znajduje się bliżej Polski niż 120 km i o zagrożeniu naszego terytorium ze strony ogromnej większości z nich trudno rozsądnie mówić, jako że nie różnią się istotnie poziomem bezpieczeństwa od pracujących w krajach o najwyższej kulturze bezpieczeństwa lub po prostu leżą w tych krajach. Podobnie nie ma żadnego zagrożenia ze strony elektrowni trwale wyłączonych z eksploatacji, jak elektrownie Nord i Rheinsberg w byłej NRD, A-1 w Słowacji, czy bloków 1 i 2 w Czarnobylu.

Tabela 1. Elektrownie jądrowe w odległości do 500 km od granic Polski

Kraj nazwa elektrowni jądrowej	Typ (liczba bloków)	Moc bloku [MWe]	Rok rozpoczęcia eksploatacji	Odległość od granicy [km]
Litwa Ignalińska	RBMK (2)	1300	1985 1987	250
Ukraina Rówieńska	WWER-440/213(2)	440	1981 1982	140
Chmielnicka	WWER-1000(1)	1000	1987	175
Czarnobylska	WWER-1000(1) RBMK(1)	1000 1000	1988 1982	420
Słowacja Jaslovskie Bohunice	WWER-440/230(2) WWER-440/213(2)	440 440	1979 1981 1985	138
Mochovce	WWER-440/213(2)	440	1986 1988 1999	125
Czechy Dukovany	WWER-440/213(4)	440	1985 1986 1987	122

			1987	
Węgry			1983	
Paks	WWER-440/213(4)	440	1984	307
			1986	
			1987	
Słowenia				
Krško	PWR (1)	620	1983	450
Niemcy				
Krümmel	BWR(1)	1300	1984	258
Stade	PWR(1)	670	1972	306
Brokdorf	PWR(1)	1400	1986	310
Brunsbüttel	BWR(1)	800	1977	320
Isar	PWR(2)	900	1979	312
		1400	1988	
Grohnde	PWR(1)	1400	1985	325
Grafenrheinfeld	PWR(1)	1350	1982	335
Unterweser	PWR(1)	1350	1979	370
Gundremmingen	BWR(2)	1340	1984	410
			1985	
Neckar	PWR(2)	840	1976	435
		1350	1989	
Obrigheim	PWR(1)	350	1969	438
Biblis	PWR(2)	1200	1975	468
		1300	1977	
Philippsburg	BWR(1)	920	1980	480
			1985	
Emsland (Lingen)	PWR(1)	1360	1988	450
Szwecja				
Barsebeck	BWR(1)	615	1977	210
Oskarshamn	BWR(3)	465	1972	
		630	1975	295
		1205	1985	
Ringhals	BWR(1)	865	1976	
	PWR(3)	915	1975	395
		960	1981	
		960	1983	

Dla pełnej informacji należy wspomnieć o blokach energetycznych znajdujących się w zaawansowanym stadium budowy, które prawdopodobnie w ciągu kilku najbliższych lat zostaną dokończone i uruchomione. Są to:

- EJ Temelin w Czechach (2x1000 MW(e) WWER-1000; odległość 202 km),
- Cztery blok Rówieńskiej EJ (1000 MW(e), WWER-1000),
- Drugi blok Chmielnickej EJ (1000 MW(e), WWER-1000),
- Trzeci i czwarty blok EJ Mochovce (WWER-440/213).

W sprawie ostatniej pozycji nie ma jeszcze decyzji rządowej.

Elektrownie z reaktorami moderowanymi i chłodzonymi wodą pod ciśnieniem lub wodą wrzącą (PWR w tym WWER, BWR) są ze względu na zasady swej konstrukcji i wbudowane naturalne mechanizmy przeciwdziałania, obiektami bezpiecznymi dla otoczenia, odpornymi

na incydenty mogące prowadzić do awarii. Dowodzą tego nie tylko rozważania teoretyczne, ale również wielka liczba specjalnie przeprowadzonych eksperymentów modelowych, a pośrednio także jedyna poważna awaria jaka zdarzyła się w tego typu elektrowniach na świecie w ciągu blisko 10 tys. reaktoro-lat ich łącznej eksploatacji - w elektrowni TMI-2 w USA (1979r.). Tam przy bardzo niekorzystnym zbiegu okoliczności, błędzie projektowym, błędach personelu, doszło do poważnego zniszczenia rdzenia ze stopieniem paliwa, a mimo to uwolnienia substancji promieniotwórczych do otoczenia były znikome.

Wśród elektrowni w naszym otoczeniu, należących do tej dominującej grupy, 2 starsze bloki elektrowni Jaslovske Bohunice na Słowacji (WWER-440/230) odbiegają nieco standardem bezpieczeństwa, w kierunku niekorzystnym, od pozostałych, przede wszystkim mniejszym rozbudowaniem awaryjnych układów chłodzenia reaktora i brakiem pełnej obudowy bezpieczeństwa. Oznacza to np. większe niż w innych reaktorach prawdopodobieństwo stopienia paliwa w przypadku bardzo dużego awaryjnego rozszczelnienia pierwotnego obiegu chłodzenia oraz większe prawdopodobieństwo znacznych uwolnień substancji promieniotwórczych do otoczenia, gdyby do takiego stopienia doszło. Przyjmuje się bowiem, że pełna obudowa bezpieczeństwa zmniejsza to ostatnie warunkowe prawdopodobieństwo około dziesięciokrotnie. Jednakże nawet w takim przypadku terytorium Polski nie byłoby znacząco zagrożone ani drogą powietrzną, ani wodną (elektrownie znajdują się w dorzeczu Vahu - dopływu Dunaju). Dodać też należy, że inherentne cechy bezpieczeństwa tych reaktorów nie różnią ich od pozostałych.

Należy na koniec omówić te reaktory, które wywołują w Polsce i na świecie złe skojarzenia - reaktory typu RBMK ("Czarnobylskiego"). Pracuje ich na świecie 14 wyłącznie w byłym ZSSR. Podano je poniżej w tabeli 2, włączając wymienione w tabeli 1.

Tabela 2. Reaktory RBMK

Kraj	Elektrownia	Liczba i moc	Rok rozpoczęcia eksploatacji	Odległość od granicy Polski [km]
Litwa	Ignalińska	2 x 1300	1985, 1987	250
Ukraina	Czarnobylska	1 x 1000	1982	420
Rosja	Smoleńska	3 x 1000	1983,'85,'90	610
	Leningradzka	4 x 1000	1974,'76,'80,'81	720
	Kurska	4 x 1000	1977,'79,'84,'86	850

Zdecydowana opinia większości ekspertów brzmi, że pomimo wielu usprawnień i modernizacji dokonywanych w tych reaktorach od czasu awarii Czarnobylskiej ich poziom bezpieczeństwa pozostaje w istotny sposób niższy. Wiąże się to między innymi z pewnymi

fizycznymi cechami rdzeni, ich wielkimi rozmiarami, obecnością dużej ilości grafitu o wysokiej temperaturze, a więc możliwością pożaru, ogromną liczbą odpowiedzialnych spawów w obiegu chłodzenia, brakiem pełnej obudowy bezpieczeństwa. Wymienione w tabeli 2 bloki różnią się znacznie szczegółami budowy. Eksploatatorzy stosownie do tego oraz posiadanych funduszy poprawiają różnymi metodami poziom bezpieczeństwa, także szkoląc personel, którego niedoinformowanie było jedną z bardzo istotnych przyczyn awarii w Czarnobylu. Wiodącą jest elektrownia Ignalińska, korzystająca z wielorakiej pomocy Krajów Unii Europejskiej. Najbardziej istotne, a stosunkowo technicznie łatwe zmiany wprowadzono we wszystkich blokach, ale nie jest technicznie możliwe osiągnięcie uniwersalnego standardu bezpieczeństwa, nie jest też możliwe ich natychmiastowe wyłączenie ze względów ekonomicznych i społecznych. Np. elektrownia Ignalińska dostarcza około 80% energii elektrycznej dla Litwy.

Negocjacje prowadzące do trwałego wyłączenia bloków o niższych standardach bezpieczeństwa są prowadzone od dłuższego czasu w różnych gremiach; ostatnio nastąpił istotny postęp w tej dziedzinie w związku z kandydowaniem takich krajów jak Litwa, Słowacja, Bułgaria do Unii Europejskiej. Kraje te oficjalnie zadeklarowały gotowość wyłączenia swych elektrowni w zamian za różnego rodzaju pomoc, a mianowicie: Litwa pierwszy blok Ignalińskiej EJ wyłączy w roku 2005, datę wyłączenia drugiego określi w 2004r., ale nie będzie to termin odległy, Słowacja wyłączy Bohunice - bloki V1-1 i V1-2 odpowiednio w 2006 i 2008r., podobne zobowiązanie złożyła też Bułgaria w stosunku do 4 bloków WWER-440/230 elektrowni w Kozłoduju. Jedyne pracujący jeszcze reaktor w elektrowni Czarnobylskiej zostanie prawdopodobnie wyłączony pod koniec 2000r., o ile Ukraina dostanie pomoc na dokończenie budowy w pierwszej kolejności bloku Chmielnicki-2, a następnie Równie-4. Zamiary wyłączenia nie oznaczają przerwania procesów modernizacji, choć np. w przypadku Bohunic będą one nieco ograniczone. Jest dość prawdopodobne, choć oficjalnie nie potwierdzone, że ostateczne wyłączenie bloków V1-1 i V1-2 w Bohunicach będzie zgodne w czasie z uruchomieniem bloków Nr 3 i 4 w elektrowni Mochovce.

Państwowa Agencja Atomistyki dysponuje centrum awaryjnym z oprogramowaniem pozwalającym m.in. na prognozę rozprzestrzeniania się zagrożenia chmurą promieniotwórczą w przypadku ciężkiej awarii oraz łącznością z odpowiednimi agendami krajów posiadających te elektrownie (Litwa, Rosja, Ukraina, Słowacja) na podstawie umów dwustronnych, a także z Państwowym Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej w sprawie prognoz pogodowych. Niezależnie od tego jest informowana o incydentach za pośrednictwem komórki awaryjnej Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu.

Jeśli chodzi o pozostałe elektrownie, to wiadomo, że w stosunkowo nieodległej przyszłości zostanie prawdopodobnie wyłączony pracujący jeszcze drugi blok elektrowni Barsebeck w Szwecji (być może pod koniec 2001r. - pierwszy został wyłączony 30 listopada 1999r.) oraz jeden z najstarszych bloków niemieckich (Obrigheim lub Stade do 2002r.). Są to jednak decyzje o podłożu zdecydowanie politycznym, nie mające nic wspólnego z poziomem bezpieczeństwa tych elektrowni. Jak na razie przewiduje się na ogół przedłużanie pracy elektrowni nawet poza projektowy okres eksploatacji, połączone z modernizacją i oczywiście uzależnione od stanu urządzeń i wyników aktualizacji analiz bezpieczeństwa.

Czwarty, zniszczony w wyniku awarii, blok elektrowni Czarnobylskiej jest obudowany "Sarkofagiem", którego stan był wysoce niezadowolający. W 1999r. rozpoczęły się prace nad jego wzmocnieniem i uszczelnieniem. Ale nawet katastrofalne zawalenie się tej konstrukcji grozi jedynie lokalnym wzrostem emisji pyłów, nie grozi też w następstwie awaria ostatniego pracującego bloku - Czarnobyl-3. Nie można natomiast całkowicie wykluczyć możliwości skażenia wód gruntowych, a w konsekwencji dolnego biegu Prypeci i Dniepru.

Z tego co powiedziano wyżej wynika, że jeśli zostaną generalnie dotrzymane podane wyżej terminy to w pierwszym dziesięcioleciu XXI wieku w polskim społeczeństwie wszelkie obawy związane z eksploatacją elektrowni jądrowych wokół naszych granic powinny zaniknąć.

Doc. dr hab. Edward Józefowicz